

**Unterarmpseudoarthrosen und ihre
Endergebnisse**

Elvira Bartig

1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553805_0040

Aus dem Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus
Murnau/Obb.

ehem. Chefarzt: Professor Dr. med. A. LOB

Ärztlicher Direktor: Priv.Do. Dr. med. J. PROBST

Unterarm pseudarthrosen und ihre Endergebnisse

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Elvira Bartig
aus Budapest

München 1973

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. A. LOB
Mitberichterstatter:	Professor Dr. G. HEBERER
Dekan:	Professor Dr. W. SPANN

Tag der mündlichen Prüfung: 10.7.1973



Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	6
I. Die normale Knochenbruchheilung	8
1. Theorien zur Knochenneubildung	8
2. Der Verlauf der Knochenbruchheilung	13
a) Die Kallusentstehung	13
b) Der Verkalkungsprozeß	15
3. Einflüsse auf den Verlauf der Knochenbruchheilung	17
a) Allgemeine Regenerationsfähigkeit	17
b) Hormone und Vitamine	17
c) Mechanische Einwirkungen	18
II. Verzögerte Kallusbildung und Pseudarthrose	20
1. Abgrenzung von verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrose	20
2. Verschiedene Einteilungsschemata der Pseudarthrose	23
a) Die Einteilung der Pseudarthrose nach A.N. WITT	23
b) Die Einteilung nach PROBST und WELLER	24
3. Die Entstehungsursachen der Pseudarthrose	26
a) Die Entstehung der gemeinen (hyper- und atrophischen) Pseudarthrose	27
b) Die Entstehungsursachen der Defektpseudarthrose	35

c) Die angeborene Pseudarthrose	37
d) Neuere Forschungsergebnisse zur Entstehung der Pseudarthrose	37
III. Behandlungsmethoden der Pseudarthrose	39
1. Konservative Methoden	41
2. Operative Methoden	49
a) Ältere operative Methoden	50
b) Osteosynthese	53
c) AO-Methode (Schweizerische Arbeits- gemeinschaft für Osteosynthese)	56
Transplantationen	63
3. Die Vermeidbarkeit der Pseudarthrose	69
IV. Ergebnisse aus dem Unfallkrankenhaus Murnau	71
1. Allgemeine Übersicht	71
2. Verzögerte Kallusbildung	73
3. Pseudarthrosen	85
Zusammenfassende Statistik	121
Zusammenfassung	134
Schrifttum	138

Abkürzungen

a.	= anatomisch
AO	= Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese
App.	= Apparat
Arthr.d.	= Arthrosis deformans
Bd.	= Bäder
E.B.	= Erstbehandlung
f.	= funktionell
F.G.	= Fingergelenke
F.R.	= Fistelrevision
gschl.	= geschlossen
G.V.	= Gipsverband
Hautpl.	= Hautplastik
li.	= links
MdE	= Minderung der Erwerbsfähigkeit
M.N.	= Marknagelung
N.	= Nervus
N.E.	= Nagelentfernung
off.	= offen
Pl.	= Plastik
re.	= rechts
Sens.Ausf.	= Sensibilitätsausfall
Sequestrot.	= Sequestrotomie
Sp.	= Spanplastik
Spong.	= Spongiosa
UA.	= Unterarm
Ü.B.	= Übungsbehandlung
UKM	= Unfallkrankenhaus Murnau
Wo.	= Woche

V o r w o r t

Ein spezielles Problem der Unfallchirurgie besteht in der Verzögerung der Kallusbildung und der Entstehung von Pseudarthrosen nach Frakturen. In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, welche Behandlungsmethoden hierbei eine optimale Aussicht auf Erfolg versprechen.

In einem ersten Teil wird ein Überblick gegeben über den Stand der Erforschung der Knochenneubildung und ihrer Verzögerungs- bzw. Verhinderungsursachen. Auch die bisher entwickelten Methoden der Pseudarthrosebehandlungen werden dargestellt.

Auf dem Hintergrund dieser Übersicht werden in einem zweiten Teil die Ergebnisse vorgelegt, die aus einer eingehenden Untersuchung der im Unfallkrankenhaus Murnau vorliegenden Krankengeschichten folgen. Diese Untersuchung besteht in der Auswertung der Ergebnisse von 166 ausgewählten Krankengeschichten von Patienten, die in der Zeit von Februar 1953 bis November 1967 (Aufnahmedatum) im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau (im folgenden abgekürzt UKM), unter Leitung von Professor Dr. med. A. Lob behandelt wurden. Es handelt sich dabei aus-

schließlich um Patienten mit verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrosen bei Unterarmfrakturen.

Bei meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. med. A. Lob möchte ich mich an dieser Stelle sehr höflich für die Erteilung des Dissertationsthemas bedanken.

Auch Herrn Oberarzt Dr. med. Spier möchte ich für seine große fachliche Hilfe besonders danken.

Schließlich darf ich meiner dankbaren Freude Ausdruck geben, daß ich im Rahmen der langjährigen Forschungsarbeiten im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau durch diese Arbeit auch einen kleinen Beitrag leisten darf.

Murnau/Hildesheim 1973

Elvira Bartig

I. Die normale Knochenbruchheilung

1. Theorien zur Knochenneubildung

Bevor der pathologische Heilverlauf bei Patienten mit verzögerter Kallusbildung und Entstehung von Pseudarthrosen und die verschiedenen Behandlungsmethoden genauer dargestellt werden, sollen hier zunächst die wichtigsten Theorien, die bisher über die normale Knochenneubildung vortragen worden sind, geschildert werden.

Mit dem Problem der Knochenneubildung haben sich schon im Altertum HIPPOKRATES und GALENUS beschäftigt. HIPPOKRATES glaubte, das Knochenmark wäre der Ernährer des Knochens und somit der Kallusbildner. GALENUS spricht von einem vom Blut stammenden Nahrungsstoff, der die Knochenenden zusammenleime.

1686 sprach nach unserer Kenntnis erstmalig A. de HEYDE von einem verknöchernenden Bluterguß, der die Knochenenden miteinander verbindet.

1692 hat sich HAVERS mit der Morphologie des Knochens eingehend beschäftigt. Nach seiner Auffassung ist der Periost an der Knochenneubildung nicht beteiligt.

Dagegen gelang es 1740 DUHAMEL, experimentell zu beweisen, daß die Knochenneubildung vom Periost und von der Markhaut ausgeht. DUPUYTREN erweiterte diese Erkenntnis, indem er bewies, daß das Periost, die ihn umgebenden Bindegewebe und der Muskel-Sehnenapparat an der Kallusbildung beteiligt sind. Er erkannte bereits die zweiphasische Natur der Kallusbildung und unterschied zwischen "provisorischem" und "definitivem" Kallus.

VIRCHOW erklärte 1858, daß die Knochenregeneration durch reines Zellwachstum geschehe, bei welchem Vorgang er den Hauptanteil dem Periost zuschrieb.

1884 erkannte J. WOLFF als erster die Bedeutung der Entzündung als auslösenden Reiz zur Kallusbildung.

In neuerer Zeit haben POCHAMMER, TEXTOR, BRUNS, BILLROTH, MAYER, WEHNER und besonders AXHAUSEN und LEXER durch Untersuchungen festgestellt, daß die Kallusbildung von präexistierenden, knochenbildenden Zellen im Periost und Endost zustande kommt. Weitere Forscher wie MAAS, KARTASCHEW, HAM, SCHELLING und HERZT haben darüber hinaus nachgewiesen, daß außer dem Periost und Endost auch das Knochenmark Sitz der präexistierenden osteogenetischen Zellen ist.

Man kann heute als gesicherte Tatsache annehmen, daß sowohl das Periost als auch Mark und Corticalis zu der Knochenneubildung führen.

Zwei Theorien stehen in völligem Gegensatz zueinander:

1. die spezifische Osteoblastentheorie, (die auch als Periostlehre bekannt ist), nach welcher der Knochenkalus nur aus präformierten, streng spezifischen Zellen entstehen kann;
2. die Theorie der metaplastischen Osteogenese, wonach aus jedem reaktionsfähigen, unspezifischen, sogenannten jugendlichen Bindegewebe neue Knochen entstehen.

Die Forscher v. SEEMEN, LEVANDER, ANNERSTEN, VERTELSEN, LACROIX und viele andere, die die Theorie der metaplastischen Osteogenese vertraten, glaubten sie durch viele Experimente erhärtet.

OBERDALHOFF kam zu einer eigenen, der sogenannten Induktionstheorie. Er lehnt die Knochenneubildungsfähigkeit des Periosts völlig ab und sucht vielmehr den knochenneubildenden Stoff in der extrazellulären Knochensubstanz. Er nennt

diesen knochenbildenden Faktor K-Faktor, der alkohollöslich sein soll und auf hormonalem Wege so das unspezifische Keimgewebe beeinflusst, daß dessen Grundsubstanz sich verknöchert.

BIER und KÜNTSCHER haben dieselbe Auffassung, daß die Kallusbildung durch ein "Hormon" bewirkt wird. "Dieser bei einer Fraktur produzierte bzw. freiwerdende Knocheninduzierende Stoff veranlaßt das umgebende, durch den mechanischen Reiz entzündlich veränderte Bindegewebe zur Kallusbildung. Nach KÜNTSCHERs Ansicht soll gerade das Periost auf die Einwirkung dieses Induktionsstoffes sehr reaktionsfähig sein" (CRONE-MÜNZENBROCK).

AXHAUSEN faßt die spezifische Osteoblastenlehre und die Induktionstheorie zu einer Zwei-Phasen-Theorie zusammen, indem er schrieb:

"Die Knochenregeneration verläuft in zwei osteogenetischen Phasen, von denen die erste, physiologischerweise wohl die wichtigere, von präexistenten, spezifischen Zellen ausgeht und bereits nach wenigen Tagen einsetzt, während das Inkangkommen der zweiten, vom unspezifischen Bindegewebe ausgehenden Phase mehrere Wochen in Anspruch nimmt. Beide Phasen werden jedoch durch die aktivierende Wirkung der abgestorbenen Knochensubstanz ausgelöst".

"URIST und McLEAN bekennen sich in ihrer neuesten Arbeit zum zweiphasischen Geschehen und bekunden den Zusammenhang beider Theorien", bestätigt CRONE-MÜNZENBROCK.

In den Jahren 1931 - 1939 führte A. LOB zahlreiche Untersuchungen an verletzten Wirbelkörpern und Bandscheiben durch. Er bewies, "daß der isolierte Wirbelkörperbruch sowohl mit Periost als auch mit Markkallus ausheilt. Chondrale Knochenbildung fehlt dabei so gut wie ganz" (A. LOB). Er stellte weiterhin fest, daß bei den Ausheilungsvorgängen an den traumatisch verletzten Bandscheiben eine chondrale Knochenbildung mit den bekannten spondylotischen Randzacken-, Schnabel- und Spangenbildung entsteht.

Die endgültige Klärung in der Frage der Knochenneubildung ist noch nicht abgeschlossen. "Die neuesten Erkenntnisse sind aber nicht nur für die Frakturheilung, sondern auch für die autoplastische Knochentransplantation von großer Wichtigkeit" (WITT).

Daß andererseits bei der verzögerten Kallusbildung und der Entstehung von Pseudarthrosen "die anatomisch-funktionellen und biologischen Faktoren gegenüber den technischen Fehlern und Irrtümern der ursprünglichen Frakturbehandlung weit

zurücktreten" (A. LOB), wird weiter unten ausgeführt.

2. Der Verlauf der Knochenbruchheilung

a) Kallusentstehung

Nach der Trennung eines Knochens durch eine Bruchverletzung werden Gefäße zerrissen, und es kommt zu einer Hämatombildung, gleichzeitig werden die Knochenränder und die umliegenden Gewebe geschädigt, und es entstehen sekundäre Nekrosen. Es kommt zu einer aseptischen Entzündung.

Es ist nahezu durchgängige wissenschaftliche Überzeugung, daß ohne diese Entzündung keine Knochenneubildung möglich ist. "Die alten klassischen Zeichen einer Entzündung: Tumor, Rubor, Calor und Dolor sind auch bei der Fraktur lokal nachzuweisen" (KÜNTSCHER).

Mit der Organisation des Blutergusses wachsen Gefäßsprossen (senkrecht und schräg) zur Knochenoberfläche vor und bilden eine Netzverbindung untereinander, die bereits das erste Leitgerüst für die späteren Knochenleisten darstellt.

Histologische Untersuchungen haben ergeben, daß beim Wachstum des aus dem Bluterguß entstandenen Granulationsgewebes

Periost, Mark, Knochenschichten, Muskeln und Bindegewebe beteiligt sind.

"Der Bluterguß wird aber nicht nur resorbiert, sondern für die Ernährung des jugendlichen pluripotenten Mesenchymgewebes herangezogen" (WITT).

Neben den Aufbauprozessen laufen vorerst die Abbauprozesse einher, bis sich schließlich die ersteren durchsetzen. Die durch die Fraktur entstandenen Nekrosen werden gleichzeitig mit der Entstehung von Granulationsgewebe abgebaut, und die Abbauprodukte bilden zugleich Reizprodukte für die Regeneration.

Das saure Milieu schlägt nach etwa drei Wochen in ein alkalisches um; dabei werden pH-Werte von 7,5 bis 8,0 gemessen. Die Phosphoresterase wird in dem alkalischen Milieu voll wirksam. Dieses Ferment soll direkt in den Osteoblasten vorliegen und die Kalkausfällung bewirken. Die bisherige grobkörnige Verkalkung des vorläufigen Kallus wird in feinkörnige übersetzt und zwar nach ungefähr 4 - 6 Wochen. In dieser Zeitspanne ist die Knochenbruchstelle am stärksten hyperämisiert. Damit beginnt die sogenannte Differenzierungsphase. Die weitere Entwicklung des Kallusgewebes hängt vom Einfluß mechanischer Kräfte ab.

Durch Experimente von KROMPECHER, WILLENEGGER, SCHENK und BASSETT ist in vitro erwiesen, daß sich die indifferenten Zellen je nach mechanischer Beanspruchung, d.h. bei Zug in Bindegewebszellen oder unter Druck in Osteoblasten verwandeln können (vgl. hierzu "3. Einflüsse auf den Verlauf der Knochenbruchheilung, c) mechanische Einwirkungen"). Bei der Knochenneubildung wird die "Frakturheilung ohne sichtbaren Kallus" erstrebt.

Für die moderne Osteosynthese gilt die Heilung mit sichtbar werdender Kallusbildung als Warnzeichen. Der überschüssige Kallus ist ein Beweis für mechanische Unstabilität. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER betrachten sie als eine Art "Keloid des Knochens".

Nach Beobachtungen von WITT kann sich auch überschüssige Kallusbildung nach funktioneller Belastung mit der Zeit langsam reduzieren.

b) Der Verkalkungsprozeß

1. Beim Verkalkungsprozeß spielen anorganische Substanzen wie Calcium und Phosphor eine sehr wichtige Rolle. Nach dem Abschluß der Differenzierungsphase folgt der Verkalkungsprozeß mit der Calcifikation und Ossifikation.

2. Über den Ablauf der Calcifikation haben sich viele verschiedene Theorien entwickelt. "Als erster konnte ROBINSON 1922 nachweisen, daß die alkalische Phosphor-monoesterase ständig bei der normalen Knochenbildung in Erscheinung tritt" (CRONE-MÜNZEBROCK).
3. GÖMÖRI bewies durch chemische Methoden, daß die Knochensalze sich in dem ferment-aktiven Gebiet befinden. Das Ferment wird von Osteoblasten, hypertrophen Knorpelzellen und den Zellen der Kambiumschicht des Periosts beherbergt. Es tritt zuerst am 2. und 3. Tag im Periost und Endost auf. Durch die Alkalisierung wird die Ausfällung von tertiärem Kalziumphosphat, dem Hauptbestandteil des Knochensalzes, begünstigt. "Das Knochensalz ist ein multipler Apatit, der neben dem Kalziumphosphat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ noch Kalziumcarbonat und Kalziumhydroxyd enthält" (KÜNTSCHER).

Bei der Differenzierung fällt dieses Kalksalz zunächst in grobkörniger Form aus (im provisorischen Kallus), später (im definitiven Kallus) tritt es in feinkristalliner Form auf.

Bei der Ausfällung des Apatits spielen Veränderungen

der organischen Substanz eine Rolle; der Stickstoffgehalt nimmt mit zunehmender Verknöcherung zu.

Der genaue Prozeß der Verkalkung ist noch nicht endgültig geklärt. Die Vermehrung von Phosphatasen im Bruchbereich ist jedoch erwiesen.

3. Einflüsse auf den Verlauf der Knochenbruchheilung

a) Allgemeine Regenerationsfähigkeit

Wie bei jeder Erkrankung spielt auch bei der Bruchheilung der allgemeine Einfluß von Alter und Ernährung eine wichtige Rolle. In hohem Alter ist auch die Regenerationsfähigkeit einer Bruchheilung stark herabgesetzt. Auffällige Unterernährung, z.B. bei strenger Mangel diät, läßt Störungen erwarten. Größere Bedeutung haben vor allem Hormone und Vitamine, "da sie von übergeordneter Stellung aus entweder fördernd oder hemmend auf die Knochenneubildungsvorgänge einwirken" (CRONE-MÜNZEBROCK).

b) Hormone und Vitamine

Von Wichtigkeit sind vor allem Epithelkörperchen, die Hormone der Schilddrüse und der Nebenniere. Bei Fehlen des Parathormons und der Hormone der Nebennierenrinde (Gluko-

Cortikoide) kommt es nicht zur Knorpelbildung. Unter Einfluß von Vitamin D₃ stellt man eine starke Knorpelbildung fest.

KÜNTSCHER berichtet über Versuche von FONTAINE und seinen Schülern, die Frakturen nach mechanischer Ruhigstellung mit Corticoiden behandelt hatten. Sie stellten dabei das Ausbleiben der Kallusbildung fest.

Die Knochenbruchheilungszone (Knorpelwucherungszone, präparatorische Verkalkungszone, Eröffnungszone) und die Knochenbälkchen verschwinden nach Epithelkörperchenentfernung und bei Vitamin D₃-Vergiftung.

Durch Versuchereihen ist bewiesen worden, daß unter Einwirkung von Vitaminen und Hormonen die Störungen bereits in der Grundsubstanz entstehen und dann sekundär eine veränderte Kalkablagerung bedingen.

c) Mechanische Einwirkungen

Nicht nur von allgemeinen Einflüssen der Regenerationsfähigkeit des Körpers (Hormonen, Vitaminen), sondern auch von örtlichen Einwirkungen (mechanische und biochemische Kräfte)

ist die Entwicklung der normalen Kallusbildung und damit die Heilung und endgültige Stabilität der Fraktur abhängig.

KROMPECHER und WAGNER haben durch Tierexperimente bewiesen, daß eine Fraktur unter Druck eine bedeutend höhere Stabilität erreicht hat als unter Zug.

BASSET hat in vitro gezeigt, "daß sich pluripotente Mesenchymzellen unter Druck (inpaction) in Osteoblasten, unter Zug (distraktion) dagegen in Bindegewebszellen differenzieren."

Diese Experimente stellen noch keinen endgültigen sicheren Beweis dar. In vitro gilt jedoch als erwiesen, daß es von der mechanischen Beanspruchung abhängt, ob sich die indifferenten Zellen in Osteoblasten oder in Bindegewebszellen verwandeln. Diese Erkenntnis ist für die Beurteilung der Fraktur und einen eventuellen verzögerten Frakturheilungsvorgang von entscheidender Bedeutung.

Gegenüber früheren Auffassungen zeigt sich, daß der konstante Druck nicht knochenabbauend sondern eher knochenbildend wirkt. Dadurch hat sich in den letzten Jahrzehnten eine grundlegende revolutionäre Umwandlung in der Behandlung der Knochenbrüche bzw. Pseudarthrosen entwickelt. Die me-

chanischen Einflüsse bzw. Störungen werden bei der pathologischen Bruchheilung noch eingehender erörtert.

II. Verzögerte Kallusbildung und Pseudarthrose

1. Abgrenzung von verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrose

"Wenn der biologische Ablauf des Knochenregenerationsprozesses ungestört vor sich geht, so ist fast immer mit der knöchernen Konsolidierung der Fraktur zu rechnen. Durch pathologische Entgleisung des Heilvorganges, deren Ursache sehr verschieden sein kann, wird der Ablauf der Verknöcherung in manchen Fällen empfindlich gestört. Es kommt dann zu "verzögerter Kallusbildung" oder letzten Endes zur Entstehung eines "Falschgelenkes" (WITT).

Man kann zwischen "verzögerter Kallusbildung" und "Pseudarthrose" unterscheiden.

L. BÖHLER bemerkt dazu: "Von verzögerter Kallusbildung kann man erst dann sprechen, wenn nach Ablauf der durchschnittlichen Heildauer die Bruchstelle noch beweglich ist, und wenn im Röntgenbild kein Kallus zu sehen ist. Eine Pseud-

arthrose ist dann vorhanden, wenn noch nach Monaten zwischen beiden Bruchstücken ein Spalt klafft, und wenn die Markhöhlen beider Bruchstücke durch einen Knochendeckel verschlossen sind".

OSTAPOWICZ unterscheidet zwischen verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrose in rein zeitlicher Hinsicht: "Wenn daher ein Bruch weniger als 3 Monate zurückliegt, kann man noch nicht von einer Pseudarthrose sprechen, sondern wir müssen in diesem Fall eine verzögerte Bruchheilung diagnostizieren". M.E. MÜLLER, M. ALLGÖWER, H. WILLENEGGER bezeichnen "alle innerhalb von acht Monaten nicht geheilten Knochenbrüche" als Pseudarthrosen. Diese Definition entspricht dem englischen Terminus "non union".

"Wenn eine Fraktur nach vier bis sechs Monaten nicht verknöchert ist, spricht man von einer verzögerten Heilung". (Manual der Osteosynthese, S. 237.) Klinisch und röntgenologisch ist die Unterscheidung jedoch sehr schwer. Sichere Zeichen für eine Pseudarthrose sind nach WITT:

1. klinische Wackelbewegung an der Fraktur,
2. röntgenologische Abdeckelung der Markhöhlen,
3. Ausbleiben der Verbindung des periostalen Kallus,
4. Resorptionszonen, wo der Abbau stärker ist als der Anbau.

"Durch die Ausbildung der bindegewebigen Narbe und knorpelähnlicher Gebilde im Frakturspalt entstehen Bilder, die den Zuständen nach Nearthrosen bei Gelenkplastiken gleichen" (WITT).

Bei verzögerter Kallusbildung und bei Pseudarthrose liegen häufig folgende gemeinsame unsichere Zeichen des betroffenen Gliedes vor: Verkürzungen, Verschiebungen und Verdrehungen, Kalkverarmung der Knochen und Schrumpfung der Muskeln, Bänder, Sehnen, Kapselschrumpfung der Gelenke, Gelenkknorpelatrophie, Versteifungen, Bewegungseinschränkungen und Schmerzhaftigkeit benachbarter und auch fernliegender Gelenke, lang dauernde Durchblutungsstörungen mit Schwellung und Cyanose und herabgesetzte Kraft (L. BÖHLER, A. LOB, PROBST).

"Die Pseudarthrose darf aber nicht nur als eine lokale Verletzungsfolge angesehen werden. Sie ist eine Allgemeinerkrankung des betroffenen Gliedes Eine Pseudarthrose bedeutet darüber hinaus eine fortdauernde Allgemeinschädigung, wenn Bettruhe oder Gehunfähigkeit eine veränderte Lebensweise bedingen und hierunter alle physiologischen Funktionen leiden" (PROBST).

2. Verschiedene Einteilungsschemata der Pseudarthrose

a) Die Einteilung der Pseudarthrose nach A.N. WITT:

Die Einteilung der Pseudarthrosen nach WITT ist heute die verbreitetste und bekannteste.

Folgende drei Arten werden von ihm unterschieden:

1. straffe, fibröse Pseudarthrose,
2. schlaffe, fibröse Pseudarthrose,
3. Defektpseudarthrose.

1. Bei der straffen, fibrösen Pseudarthrose besteht nur ein schmaler Pseudarthrosenspalt, der mit hartem und derbem Gewebe überbrückt ist. Die Fragmente sitzen fest aufeinander und lassen nur geringe Verschiebungen zu. Diese Art von Falschgelenkbildungen können bei wenig belasteten Knochen ohne Therapie gute Funktion leisten.
2. Die schlaffe, fibröse Pseudarthrose ähnelt am stärksten der natürlichen Gelenkbildung. Der Spalt zwischen den Fragmenten ist breiter und meistens mit einer schleimigen, gelatinösen Flüssigkeit ausgefüllt. Vom Periost ausgehende ossäre Sporn- und Zackenbildungen werden beobachtet. Die beiden Fragmente sind pfannen- und kopf-

ähnlich umgebaut. Von außen erkennt man starke Narbenbildungen, die Gelenkkapseln ähneln. Klinisch ist Schlotterbewegung und Achsenknickung zu beobachten. Diese Gelenke sind in der Regel nicht belastungsfähig und verursachen ständige Beschwerden.

3. Defektpseudarthrosen entstehen entweder durch Splitterbrüche (z.B. Schußverletzungen) oder durch Sequesterbildungen bei Osteomyelitis. Der Frakturspalt ist erheblich verbreitert. Oft werden noch größere periostale Spornbildungen beobachtet. Im Gelenkraum werden Narbenbildungen mit knorpelähnlichen Substanzen gefunden.

b) Die Einteilung nach PROBST und WELLER:

Die neueste Einteilung der Pseudarthrosen stammt von PROBST und WELLER. Sie unterscheiden die atrophische, die hypertrophische Pseudarthrose, die Defektpseudarthrose und die Infektpseudarthrose.

1. Atrophische (anämische, avasculäre) Pseudarthrose:

Es gibt örtlich keinerlei Reaktionen. Die Fragmentenden sind abgerundet, sklerosiert und machen einen "toten" Eindruck. Es fehlt die Tendenz zur Heilung und eine ausreichende Durchblutung.

2. Hypertrophische (hyperämische) Pseudarthrose:

Hier bestehen aufgetriebene Knochenenden mit gut durchbluteten überschüssigen Knochenanlagerungen. 85 - 90 % aller Pseudarthrosen, die nach konservativer Behandlung entstanden sind, gehören in diese Gruppe. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER nennen sie die klassischen "elefantenfußartigen" Pseudarthrosen. Bei absoluter Ruhigstellung verknöchern die Knorpel oder Bindegewebe rasch durch chondrale und desmale Ossifikation.

3. Defektpseudarthrose:

Zu der bereits beschriebenen Defektpseudarthrose führt PROBST folgendes aus: "Hauptmerkmal der Defektpseudarthrose ist die mehr oder weniger ausgedehnte Knochenslücke, die durch Muskel- oder Narbengewebe ausgefüllt ist. Die Defektpseudarthrose entsteht durch Sequestration, unmittelbaren traumatischen Knochenverlust oder durch die bei der Frakturbehandlung vorgenommene, als schädlich abzulehnende primäre Entsplitterung. Während die atrophe und die hypertrophische Pseudarthrose aufgrund pathologischer Vorgänge entstehen, beruht die Defektpseudarthrose auf einem wirklichen Substanzverlust, ohne dessen Ersatz sie nie beseitigt werden kann" (PROBST).

4. Infektpseudarthrose:

"Die sogenannte infizierte Pseudarthrose vereinigt das Krankheitsbild der mißlungenen Bruchheilung mit dem Verhängnis der eiternden Knochenmarkentzündung. Instabilität und Infektion des Bruches schließen einen Kreis von Wechselwirkungen, die einander begünstigen und als Resultat eine schlecht ernährte, verhärtete und eitrige infizierte Gewebsmasse im Bereich der Bruchenden hervorbringen. Die knöcherne Überbrückung bleibt aus, die mechanische Unruhe im infizierten Bruchbereich unterhält den Entzündungsvorgang, während das entzündlich veränderte, schlecht ernährte Gewebe den knöchernen Durchbau weiter verhindert" (GÖPFERT).

Schon bei der Darstellung der Kallusbildung wurde deutlich, wie wichtig die "aseptische Entzündung" für die Knochenneubildung ist. Wenn diese Entzündung jedoch in eine schwere ausgedehnte Eiterung übergeht, vernichtet sie das ganze Gewebe.

3. Die Entstehungsursachen der Pseudarthrose

Ätiologisch unterscheidet man

1. gemeine Pseudarthrose,

2. Defektpseudarthrose,

3. angeborene Pseudarthrose.

Was sind nun die Ursachen der Entstehung einer Pseudarthrose ? Warum heilen viele Brüche ohne Pseudarthrose und warum manche mit Pseudarthrose aus ?

a) Die Entstehung der gemeinen (hyper- und atrophischen) Pseudarthrose

Zur Klärung der Entstehungsursachen der gemeinen Pseudarthrose wurden schon viele Experimente unternommen. Eine restlose Klärung ist jedoch bis heute noch nicht erreicht, sodaß wir uns ziemlich mit Hypothesen begnügen müssen.

Als erstes nimmt man die allgemeine Veranlagung als Ursache an, aber sie ist nicht allein verantwortlich. Wenn sich bei einem Bruch eine Pseudarthrose entwickelt, sind meistens mehrere Faktoren beteiligt, die die krankhafte Bruchheilung begünstigen. Die Ernährungsstörungen des Knochens und die mechanischen Störungen an der Bruchstelle sind die beiden Hauptursachen der Pseudarthrosenentstehung. LOB weist besonders darauf hin, daß "so gut wie immer technische Mängel und mechanische Fehler die Falschgelenkbildung verursachen".

Die Zirkulationsstörung:

Die wichtigste Rolle bei der Knochenernährung spielt der Kollateralkreislauf. "Durch die Unterbrechung der A. nutritia kommt es zu beträchtlichen Störungen der Bruchhyperämie und damit zur Herabsetzung der Ernährung im Frakturbereich. LEXER glaubt, daß das ernährungsgestörte, im Bruchspalt entstandene Bindegewebe von sich aus nicht mehr die Kraft hat zu einer spezifischen Umwandlung im Sinne der Verknöcherung" (WITT).

Bei Unterbindung der großen Gefäße (A. brachialis oder A. femoralis) wurden hingegen keine Knochenbruchheilungsstörungen beobachtet (vgl. WITT). SCHENK, MÜLLER und WILLENEGGER bewiesen in ihren Experimenten, durch histologische Untersuchungen bei gestörten Knochenbruchheilungen, daß bei mechanischer Instabilität praktisch gefäßfreie Faserknorpel entstehen, während sich in den mechanisch ruhigen Stellen lockeres Bindegewebe mit weitleumigen Gefäßen bildet.

"Die Vaskularisationszone beschränkt sich ausnahmslos auf den durch Mineralisation des Binde- und Knorpelgewebes verfestigten Bereich, und nur an wenigen Stellen dringen Gefäßsprossen in den unverkalkten Faserknorpel vor" (SCHENK, MÜLLER u. WILLENEGGER).

PROBST schreibt: "Die Ernährungsstörung der Knochenenden beruht zunächst auf der bruchbedingten Zerreißung sowohl des endostalen Gefäßes als auch der periostalen Gefäße. Die sehr rasch einsetzende Hyperämie sichert jedoch die Ernährung und setzt zugleich die Osteoblastentätigkeit in Gang. Die mechanische Unruhe verhindert außerdem die Wiederherstellung intraossaler Gefäßverbindungen und damit die Bildung der Osteome. Wenn die periostale Bindegewebsbildung zu einer manschettenförmigen Ummantelung und Kontraktion der Bruchstelle führt, stellt sie diese dadurch ruhig und läßt sekundär knöcherne Verbindung der Fragmente eintreten".

Wenn ein Bruch mehrere Monate lang im Gipsverband ruhiggestellt ist, kommt es zu Zirkulationsstörungen der Haut, Muskeln und Knochen, und es kann dadurch auch zu verzögerter Kallusbildung und anschließender Pseudarthrose kommen (J. REHN, DÜRR, MANZONI, SANDER und STAUDE). Die schnelle Mobilisation der betroffenen Gliedmaße nach einer stabilen Osteosyntheseoperation ist deshalb eine sehr wichtige Maßnahme zur erfolgreichen Ausheilung einer Pseudarthrose.

An stark durchblutungsgestörten Gliedmaßen alter Menschen mit begleitender Osteoporose ist die Frakturheilung verzögert (vgl. J. REHN).

Die mechanische Störung:

Über die mechanische Unruhe als eine der wichtigsten Entstehungsursachen der Pseudarthrosen haben sich zahlreiche Autoren, unter anderem L. BÖHLER, A. LOB, DÜRR, LAUBE, GAY, LEITZ, KÜNTSCHER, MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER, PROBST, J. REHN, SCHLOSSER, WITT, WOLKOW und KAPLAN geäußert. PROBST faßt die mechanischen Störungsursachen zusammen: "Die erste mechanische Störung kann schon in der Interposition von Muskeln oder Sehnen bestehen. Häufig ist die Distraction durch übermäßige Extension, vor der Lorenz BÖHLER immer wieder gewarnt hat. Pseudarthrosenbildend sind auch alle möglichen mechanischen Reize, wie häufiges Umlagern, Wackelbeweglichkeit bei ungenügender Ruhigstellung im Gipsverband und in hohem Maße unzulängliche Osteosynthesen. Eine wesentliche Rolle spielen die durch die Aufhebung der Knochenstabilität freigesetzten Zug- und Scherwirkungen. Die Sperrwirkung der Begleitknochen an Unterarm und Unterschenkel ist bekannt. Gelenkversteifungen sowie die dem Unterarm eigentümlichen mechanischen Störungen durch die Schrumpfung der Membrana interossea haben ebenfalls schädliche Wirkungen. Alle funktionellen Störungen führen zur Ableitung von Bewegungskräften in die Pseudarthrosenzone. Klassisches Beispiel hierfür ist die Schenkelhalbspseudarthrose".

KÜNTSCHER nennt die Pseudarthrosen, die durch mechanische Störungen entstanden sind, "Sperr-Pseudarthrosen". Er stützt seine Beobachtungen auf L. BÖHLERs Experimente. L. BÖHLER selbst stellt fest: "Nach jedem Knochenbruch stirbt von jeder Bruchfläche ein Stück von 0,5 - 5 mm Länge ab und wird resorbiert. Wir müssen deshalb den Bruchstücken Gelegenheit geben zusammenzurücken. Es muß also unser Bestreben sein, nach jedem Knochenbruch eine Verkürzung von 1 - 10 mm zu erzielen, aber unter keinen Umständen eine Verlängerung". Durch diese Resorption treten Trennkräfte wie Zug-, Schub- und Scherkräfte auf, die auf die Kallusbildung schädigend, während die Druckkräfte fördernd wirken (KÜNTSCHER, KROMPECHER, BASSET, M. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER). Daß bei jeder Fraktur Knochenenden auf eine Distanz bis zu 5 mm absterben, wird jedoch nach Versuchen von M. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER in Frage gestellt.

Zahlreiche Beobachtungen ergaben, daß es gelingt, diese mechanische Unruhe und damit die Pseudarthrose durch die Verkürzungsosteotomie (die Verkürzung des Sperrknochens bei den betroffenen Extremitäten) zu beseitigen. Die kallusfördernden Druckkräfte werden dann mit einer stabilen Osteosynthese erreicht. "Neuer Knochen kann sich also nur bei absoluter mechanischer Ruhe entwickeln" (KÜNTSCHER).

Neben der Zirkulationsstörung und den mechanischen Störungen sind im folgenden als Entstehungsursachen der gemeinen Pseudarthrose noch zu nennen:

Nervenschädigungen:

Ist bei der Bruchverletzung das Nervensystem beteiligt, so kann es zuweilen infolge der Nervenverletzungen zu Knochenatrophie und verzögerter Bruchheilung kommen.

WITT berichtet von seinen Erfahrungen mit der Verletzung des Plexus brachialis, wobei er wesentliche Verzögerungen an der Oberarmbruchheilung beobachtet hat. Allerdings treten derartige Verzögerungen nicht zwangsläufig auf. Inwiefern dabei das vegetative Nervensystem beteiligt ist, ist noch nicht genügend geklärt. Einen Einfluß des Sympathicus hält LEXER jedoch für unwahrscheinlich.

Allgemeinerkrankungen:

Sie wirken auf den gesamten Organismus schwächend. So ist z.B. während einer Infektionserkrankung auch die Knochenregenerationsfähigkeit herabgesetzt. Nach dem Abklingen der Krankheit verläuft die Heilung wieder normal. Ausgenommen sind natürlich schwere Erkrankungen, bei denen der gesamte Organismus schwer betroffen und sehr geschwächt ist, wie z.B. bei Karzinom- und Sarkomerkrankungen.

Systemerkrankungen:

Sie haben selten Pseudarthrosen, aber häufiger verzögerte Kallusbildung zur Folge. "Das neu entstandene Knochengewebe ist allerdings auch den pathologischen Veränderungen der Grundkrankheit angepaßt" (WITT).

Bei Störungen der Funktionen der endokrinen Drüsen oder des Stoffwechsels besteht noch kein einheitliches Bild. Das Fehlen von Thymus, Epithelkörperchen und Schilddrüse hat auf die Knochenregeneration hemmenden Einfluß. Erwiesen ist, daß "bei Diabetikern die Dauer der Wiederherstellung länger als beim Gesunden ist" (WOLKOW und KAPLAN).

Alter und Gravidität:

Erhöhtes Alter setzt die Knochenregenerationsfähigkeit immer mehr herab. L. BÖHLER schreibt: "Praktisch sieht man, daß die Kallusbildung umso rascher geht, je jünger der Verletzte ist". KÜNTSCHER drückt dasselbe wie folgt aus: "Ein Knochenbruch heilt auch im Alter, bildet aber ungleich viel weniger Kallus als in der Jugendzeit".

Die physiologische Störung besteht auch bei der Schwangerschaft. SCHWARZWELLNER beschreibt die Schwierigkeiten der Knochenbruchheilung bei klimakterischen und postklimakterischen Frauen. "Wegen verminderten Kalkgehalts der Knochen

und verzögerter Resorption des Frakturhämatoms nehmen die Radiusfrakturen älterer Frauen eine Sonderstellung ein. Trotz exakter Reposition kommt es häufig zum Vorschub der Ulna infolge Zusammensinterns der Fragmente" (SCHWARZ-WELLNER). L. BÖHLER rät deshalb bei alten Leuten mit porotischen Knochen und schlechtem Allgemeinzustand von Einrichtung abzusehen, wenn der dorsal offene Winkel 15 Grad nicht übersteigt.

Bei vielen alten Patienten verläuft die Knochenheilung jedoch ausgesprochen gut, sodaß man nicht ohne Einschränkung von einem notwendigen Zusammenhang zwischen Alter und verzögerter Knochenheilung sprechen kann.

Mangelhafte Ernährung, Avitaminosen, Anämien beeinflussen die gestörte Knochenneubildung wesentlich. Man kann nach Bluttransfusionen, medikamentöser Therapie und entsprechender Ernährung bei Patienten mit Anämie und Hypoproteinämien ein normales Heilen der Knochenbrüche beobachten.

L. BÖHLER meint, daß Hunger, Kälte und konsumierende Allgemeinerkrankungen die Kallusbildung verzögern, wenn sie längere Zeit auf die Patienten einwirken, bei kürzeren Einwirkungen wurde keine Hemmung auf die Kallusbildung be-

obachtet. L. BÖHLER berichtet von seinen Beobachtungen während des Zweiten Weltkrieges im Winter und Frühjahr 1944, als die Verwundeten an Hunger, Kälte, Nässe und Seuchen litten. Unter diesen ungünstigen Bedingungen wurden die Verwundeten in die Heimat transportiert. Wenn der Transport nicht länger als drei bis vier Wochen dauerte, war beim ersten Röntgenbild meist ein guter Ansatz zur Kallusbildung zu beobachten.

b) Die Entstehungsursachen der Defektpseudarthrose

Bei der Defektpseudarthrose sind die Entstehungsursachen wesentlich klarer als bei der gemeinen Pseudarthrose. Sie entsteht dadurch, daß Teile des Knochens entfernt werden. Dies geschieht entweder beim Ereignis des Knochenbruches unmittelbar, so z.B. bei Schußverletzungen, oder aber durch operative Entfernung von Knochensplittern bei Trümmerbrüchen und bei späterer Entfernung von Knochenteilen bei infizierten Brüchen.

L. BÖHLER berichtet von einer aufschlußreichen französischen Statistik aus dem Ersten Weltkrieg. "Die Franzosen gingen damals sehr radikal vor und entfernten bei den meisten Schußbrüchen und Gelenkschüssen alle Knochensplitter. Das Ergebnis war, daß von 37 746 Oberschenkel-schußbrüchen der

Etappenlazarette 28,9 % = 10 908 wegen Defektpseudarthrosen nachträglich amputiert werden mußten".

Auch im Zweiten Weltkrieg sind ähnliche Ergebnisse beobachtet worden (vgl. WITT). "Die Anschauung, daß man größere periostgedeckte Knochensplitter belassen soll, um so der "Kallusstraße" gewisse "Wegweiser" zu belassen, ist Allgemeingut geworden. Wir können heute abschließend sagen, daß dies der richtige Weg ist und damit viele sonst sichere Pseudarthrosen verhindert wurden" (WITT).

Bei der Entstehung von Defektpseudarthrosen sind außerdem Art und Schwere der Infektion bei Kriegs- und Unfallverletzungen von entscheidender Bedeutung. Durch langdauernde Eiterung entstehen Sequesterbildungen, die entweder von selbst abgestoßen werden oder auf operativem Wege entfernt werden müssen. So entstehen größere Defekte.

In den meisten Fällen von Osteomyelitis bei Jugendlichen bleibt trotz Ausstoßung großer Sequester die Kontinuität des Knochens erhalten. Es werden daher nur mitunter Falschgelenkbildungen beobachtet.

c) Die angeborene Pseudarthrose

Angeborene (kongenitale) Pseudarthrosen entstehen durch intrauterine Frakturen, Frakturen intra partum, abwegige Differenzierungen der Keimanlage, mechanische Schädigungen auf den noch knorpeligen Knochen im zweiten Embryonalmonat, Störungen der enchondralen Ossifikation, Konstitutionsanomalien usw.

Die besondere Problemstellung, die mit der kongenitalen Pseudarthrose gegeben ist, wird in dieser Arbeit nicht weiter verfolgt, weil das Material aus dem Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau keine einschlägigen Fälle bietet.

d) Neuere Forschungsergebnisse zur Entstehung der Pseudarthrose

SCHENK, M. MÜLLER und WILLENEGGER beobachteten durch zahlreiche Tierexperimente die pathologische Bruchheilung bei Pseudarthrosen. "Die verzögerte Heilung einer Fraktur oder die Entstehung einer Pseudarthrose kann durch eine ganze Reihe von Faktoren bedingt sein. Unter diesen spielen ein Darniederlegen der Verknöcherungsvorgänge, eine ungenügende Vascularisation der Fragmente und eine mechanische Beeinflussung der Differenzierungsvorgänge im Frakturbereich die wichtigste Rolle" (SCHENK, M. MÜLLER und WILLENEGGER).

Durch röntgenologische Verfolgung der Entwicklung von hypertrophischen (hyperämischen) Pseudarthrosen wurde beobachtet, daß in den ersten 3 Wochen Resorptionsvorgänge an den Bruchflächen im Vordergrund stehen und sich die Osteotomiespalte verbreitert. Nach der dritten Woche kommt es zu einer intensiven Kallusbildung an der periostalen Fläche und im Markraum. Auch in den nächsten Monaten bildet sich keine knöcherne Konsolidierung. Durch die überschüssige Kallusbildung entstehen an den Frakturende kolbige Auftreibungen, die auch die Markräume versiegeln. "Im interfragmentären Bereich wechselt faseriges Bindegewebe mit dichtem Faserknorpel ab" (SCHENK, M. MÜLLER und WILLEN-EGGER).

Auffallend ist, daß man in dem faserigen Bindegewebe zahlreiche weitleumige, im Faserknorpel hingegen kaum Gefäße findet. SCHENK, M. MÜLLER und WILLENEGGER beweisen damit, wie weitgehend die lokale Gewebsdifferenzierung mit den biomechanischen Grundprinzipien übereinstimmt. "Angesichts des Reichtums an Gefäßen und knochenbildenden Elementen ist es zunächst überraschend, daß die interfragmentäre Zone nicht durch Knochen überbrückt werden kann. Dies wird aus dem Umstand verständlich, daß die Zirkulation in den für die Resorption und die Knochenbildung unumgänglichen, dünnwandigen Capillaren und Sinusoiden durch die mechani-

sche Unruhe im interfragmentären Bereich und durch den beträchtlichen Quellungsdruck innerhalb des Faserknorpels schwer beeinträchtigt oder unterbunden wird" (SCHENK, M. MÜLLER und WILLENEGGER).

Es ist bewiesen worden, daß bei stabilen, über längere Zeit ruhiggestellten Pseudarthrosen es zu einer beschleunigten Umwandlung des interfragmentären Gewebes in Kalkknorpel, verkalktes Bindegewebe und schließlich zu dessen Ersatz durch Knochen kam.

SCHENK, M. MÜLLER und WILLENEGGER fanden, daß die Druckplatte, über die noch ausführlich berichtet werden wird, am besten stabilisiert und zusätzlich durch Kompression eine außerordentlich gute mechanische Stabilität herbeiführt. Durch die länger dauernde Anwendung der stabilen Osteosynthese (Druckplatte) werden Refrakturen verhindert.

III. Behandlungsmethoden der Pseudarthrose

"Die Entwicklung einer Pseudarthrose bringt für Patient und Arzt gleichermaßen eine erhebliche Enttäuschung" (DÜRR). Bei Versagen der konservativen Therapie beschuldigt der Patient weniger den behandelnden Arzt und die Behandlungs-

methoden; die Ursache des Versagens wird der Natur des Geschehens und dem Versagen der eigenen Heilkräfte zur Last gelegt.

Ganz anders verhält es sich bei einem Mißerfolg der operativen Therapie. wo das Versagen der Knochenbruchheilung und das Versagen des Arztes und seiner Methoden kritiklos gleichgestellt werden.

Bei einer konservativen Therapie lassen sich nachträglich wohl auch häufig die Behandlungsfehler nicht erkennen, dagegen sind bei der operativen Therapie die Ursachen der Fehlheilung immer zu entdecken. Andererseits ist die Regenerationskraft des Organismus so groß, daß häufig trotz der Anwendung vieler unzuverlässiger Operationsmethoden die erwünschte Heilung eintritt.

Zahlreiche Methoden wurden zur Heilung der verzögerten Kallusbildung und Pseudarthrose ausgearbeitet, aber erst in den letzten Jahren hat man die zuverlässigsten und sichersten Methoden zusammengestellt.

1. Konservative Methoden

"Der eigentliche Grundgedanke der unblutigen Verfahren besteht darin, die erlahmte Verknöcherung neu anzuregen oder die pathologische entgleiste Knochenregeneration wieder in normale Bahnen zu bringen. Durch einen Reiz, der auf die drohende oder bereits entstandene Pseudarthrose einwirkt, soll die endgültige Verknöcherung noch erreicht werden" (WITT).

Schon CELSUS beschäftigte sich mit dem Problem der Pseudarthrosenheilung. Von ihm stammt auch die erste ausführliche Beschreibung einer Pseudarthrose. Er empfahl das Aneinanderreiben der Bruchstücke, um diese "rauh zu machen" (SCHARITZER).

LEXER empfiehlt 1912 die Methode der künstlich erzeugten aktiven Hyperämie. Er erzeugte ein neues Trauma durch eine Frakturierung. Die reaktive Bruchhyperämie durch das Bruchhämatom soll stärker sein als bei der Erstfraktur. GÖTZE und FERSTL beschrieben diese Methode, die sie selbst sehr erfolgreich anwandten.

TURNER, MOMMSEN, NIETSCHE beklopfen die Bruchstücke mit eigenen Apparaten. Diese Methoden erfordern eine längere Ruhigstellung.

Sehr verbreitet waren die Injektionsbehandlungen. BIER spritzte subperiostal Blut in das pseudarthrotische Gebiet. BERGEL empfahl reines Fibrin. EDEN Natriumglykokollphosphat, HENTSCHEN Knochenautolysate, SASAKI Periostemulsionen. HOFFMEISTER, TEICHMANN und ROTHENHEIM injizierten Extrakte aus Keimgewebe junger Tiere. Von anderen werden Jodtinktur, Alkohol, Milchsäure, Karbolsäure, Osmiumsäure, Ammoniak, Jod, Karbol, Knochenasche, Eierschale, Phosphor, Lebertran, Vigantol, Schilddrüsen- und Thymuspräparate empfohlen. KÖHLER versuchte durch tiefe Röntgenbestrahlungen die Knochenregeneration wieder anzuregen.

Andere Behandlungsmethoden bestanden in Elektropunktur (1875 durch SPÄTH), Diathermie, Elektrokoagulation und Ionengalvanisation. BAYER machte Fieberkuren, v. ROEREN-SÜCHTELN staute die betroffene Extremität mit zusätzlicher Medikation von Ammoniumchlorat.

Zur Anregung von Kallusbildung wurden noch weitere Methoden entwickelt, wobei verschiedene organische und anorganische Mittel empfohlen wurden. Jedoch gelang es nur WOYTEK durch 3%ige Calcium- bzw. Magnesiumchloridlösung eine günstige Aktivierung der alkalischen Phosphatase. Fast alle hier beschriebenen Behandlungsverfahren sind heute weit-

gehend durch geeignete operative Methoden ersetzt.

Der Gipsverband wurde im Jahre 1852 durch MATHYSEN eingeführt. Der Gipsverband als Ober- oder nur als Unterarmgipsverband spielt heutzutage "im Zeitalter der Osteosynthesen" in der Pseudarthrosebehandlung noch eine sehr große Rolle (WITT). Allerdings geht aus der Untersuchung der Krankengeschichten des UKM hervor, daß eine monatelange Ruhigstellung mit immer wieder erneuertem Gipsverband häufig verzögerte Kallusbildung und Pseudarthrose zur Folge hat. Bei den dabei entstandenen schweren Durchblutungsstörungen mit abgemagerter Muskulatur und versteiften benachbarten Gelenken kostet es besondere Mühe, die entstandenen Schäden wenigstens teilweise wieder zu beheben. "Jede länger dauernde Ruhigstellung bringt gewisse Schädigungen mit sich, und zwar Störungen der nervösen Gefäßversorgungen und damit Störungen des Blutumlaufes und Schwund der Muskeln, Verminderung des Kalkgehaltes des Knochens, Schrumpfung der Weichteile und Bewegungseinschränkung der Gelenke" (BÖHLER). Dennoch ist der Gipsverband auch heute noch von großer Bedeutung.

Der Gipsverband ist (nach WITT 1952) in der Behandlung der Pseudarthrose genauso wichtig wie der operative Eingriff

selbst. WITT gibt genau die Arten und die Zeiten eines Gipsverbandes am Arm nach operativer Behandlung an. Der Operationsgips mußte immer gut gepolstert sein, der ungepolsterte Gips wurde erst nach 14 Tagen angelegt und wurde mindestens 16 Wochen belassen. Für eine Unterarmruhigstellung durfte nur hoher Oberarmgips verwandt und mußte auf die Mittelstellung der Gelenke geachtet werden. Röntgenkontrollen waren im Abstand von 6 Wochen notwendig.

Die Fixation der Bruchstücke und eine zusätzliche Übungsbehandlung ist heutzutage sowohl bei frischen als auch bei verzögerten Bruchheilungen unerläßlich. Bei verschiedenen Methoden der Osteosynthese werden diese Fixationen durch Ruhigstellung in zusätzlichem Gipsverband erreicht, was aber die Gefahren der offenen Behandlung mit denen der Ruhigstellung kombiniert.

Hiervon unterscheidet sich die Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (Druckplattenosteosynthese). Bei ihr ist der Gipsverband kontraindiziert, hingegen kommt der Übungsbehandlung bei diesem Verfahren eine außerordentlich große Bedeutung zu. Es kommt dabei vor allem "darauf an, die ohnehin darniederliegende Durchblutung zu verbessern, was jedoch nur durch Übungsbehandlung möglich ist" (PROBST). Die Übungsbehandlung ermöglicht das schnelle

Mobilisieren des erkrankten Gliedes, der Kranke kann schneller entlassen werden, und sein Fehlen an seinem Arbeitsplatz wird verkürzt. Für diese Bewegungstherapie sind noch immer verschiedene Ausdrucksweisen gebräuchlich, z.B. Intervalltraining, Bewegungsübungen usw. PROBST bemerkt dazu, "das Wort Intervalltraining sei (...) ebenso zu verwerfen, wie das falsche Wort Nachbehandlung. Die einzige mögliche Bezeichnung sei wohl das Wort Übungsbehandlung".

Eine sehr gute Definition der Übungsbehandlung stammt von L. BÖHLER. Er versteht darunter "die vollkommene, nie unterbrochene Ruhigstellung der gut eingerichteten Bruchstücke bei gleichzeitiger aktiver Bewegung aller nicht fixierter Gelenke und des ganzen Körpers unter Vermeidung von Schmerzen".

In der Übungsbehandlung unterscheidet man die Krankengymnastik, die Beschäftigungstherapie und Sport und Spiel.

Zur Krankengymnastik gehören die aktiven, die passiven und die passiv-aktiven Bewegungsübungen.

Die aktive Bewegungstherapie wird vom Kranken selbst ausgeführt; es werden Kraft-, Lockerungs-, Dehnungs- und Koordinationsübungen durchgeführt.

Die aktive Übungsbehandlung wird nach einer Marknagelung oder nach einer operativen Versorgung eines gelenknahen Bruches nach einer Woche, bei einer mit AO-Platten versorgten Extremität spätestens nach 24 Stunden begonnen. Nach M.E. MÜLLER, ALLGÖWER, WILLENEGGER "ist nicht die sofortige Frühbelastung das erstrebenswerte Ziel, sondern die unmittelbare postoperative, belastungsfreie Betätigung der Muskeln und Gelenke der verletzten Extremität".

Bei der passiven Bewegungsübung werden gelähmte Gliedmaßen passiv bewegt, um die Beweglichkeit der Gelenke zu erhalten und die Durchblutung anzuregen. Das wird durch "Lagerung, Durchbewegung, Dehnen, Schütteln, Quengeln" erreicht. (H.J. MÜLLER.)

Von passiv-aktiver Bewegungstherapie wird gesprochen, wenn der Patient die gelähmte Extremität mit seinen funktionstüchtigen Gliedmaßen selbst bewegt.

Zur Unterstützung der Bewegungstherapie dienen die Massagen. Sie können manuell und mit Geräten ausgeführt werden. Besondere Bedeutung kommt der Bindegewebsmassage zu" so schrieb FAUBEL: "Sie ist eine Art Segmenttherapie mit der Wirkung über die HEADschen Haut- bzw. Unterhautbindege-

webszonen und die MACKENZIESchen Muskelzonen". Sie wirkt tonussteigernd in der Muskulatur und ruft Spannungsveränderungen in der Haut und im Unterhautzellgewebe hervor.

Besonders günstig läßt sich die Bewegungsbehandlung während der ersten Teilbehandlung nach der Bettruhe durch die Hydrotherapie durchführen. Hierzu gehören Bäder in Wasser mit gleichbleibender, ansteigender oder wechselnder Temperatur mit und ohne Badezusätze, mit Luft oder Sauerstoff, vermischt oder mit Kohlensäure angereichert. Dazu kommen Bäder in Moor, in Wasser mit galvanischem Strom oder in Dampf, CO₂-Gas, Luft. Außerdem gehören zur Hydrotherapie noch Packungen, Auflagen, Güsse, Duschen und Sauna.

Zur Krankengymnastik zählen außerdem noch die Elektrotherapie (Muskelreizung mit Exponentialstrom; Hyperämisierung mit Galvanisation, Interferenzstrom und Jontophorese; Wärmetherapie mit Kurz- und Mikrowelle) und die Heliotherapie (mit UV-Bestrahlung und Sonnenbestrahlung) (H.J. MÜLLER). Von der individuellen Behandlung des Einzelpatienten geht man darüber hinaus über zur Behandlung in Gruppen. Die Einreihung der Verletzten in die Gruppenbehandlung geschieht je nach Art der Verletzung und des Heilverlaufs unterschiedlich, jedoch so früh wie möglich.

"In der Gruppe hat der Patient durch seinen Nachbarn einen Leistungsvergleich und Ansporn" (H.J. MÜLLER). Zum Abschluß des Heilverfahrens wird die Gruppenbehandlung in Spiel und Sport (Versehrtensport) überführt, "wobei die hier gezeigten Leistungen ein Gradmesser für den Erfolg der Bemühungen um die Wiederherstellung des Patienten sind" (H.J. MÜLLER).

Die Beschäftigungstherapie ergänzt die Bewegungsbehandlung. Die Patienten führen hierbei verschiedene Handarbeiten mit Ton, Bast, Wolle, Metall, Holz usw. durch. Ihre Aufmerksamkeit wird so "auf den Arbeitsvorgang und auf das Werkstück hingelenkt, wobei der Übungsvorgang im Schädigungsbereich fast unbemerkt abläuft, und innere und äußere Verspannungen seltener werden" (J.MÜLLER).

Im Unfallkrankenhaus Murnau kann man eine ständige Ausstellung von wertvollen Arbeiten, die von Patienten angefertigt und mit Stolz gezeigt wurden, betrachten.

Die funktionelle Ergotherapie innerhalb der medizinischen Rehabilitation muß, wo es erforderlich ist, im Rahmen der sozialen Rehabilitation durch gezielte Arbeitstherapie weitergeführt werden.

Bei der Pseudarthrose des Unterarmes werden die nächstliegenden Gelenke aktiv geübt: Faustschluß und Fingerstreckung, Opponieren, Ellbogen beugen und strecken. Nicht geübt werden darf die Supination und Pronation.

Um einer Inaktivitätsatrophie entgegenzuwirken, wird mit der gesamten Schultermuskulatur passiv geübt.

Bei schlaffer Pseudarthrose muß der Unterarm während der Übungsbehandlung geschient sein. Zusätzlich wird noch Bindegewebsmassage verabreicht.

2. Operative Methoden

Im folgenden werden die verschiedenen operativen Behandlungsmethoden dargestellt unter besonderer Berücksichtigung der AO-Methoden.

In vielen Fällen, in denen konservative Behandlungsmethoden nicht zu dem gewünschten Ergebnis geführt haben, hat man schon sehr früh versucht, entstandene Pseudarthrosen durch operative Eingriffe zu beseitigen.

LOB stellt dazu 1965 fest: "Die Behandlung der Pseudarthrosen kann nur eine operative sein, wenn nicht besondere Gegenindikationen bestehen".

Einige der im folgenden aufgeführten Methoden sind inzwischen als veraltet anzusehen, während andere ihre Bedeutung bis heute behalten haben. Wohl die entscheidendste Rolle in der operativen Pseudarthrosenbehandlung spielen heute die in den letzten Jahrzehnten entwickelten Methoden der Osteosynthese, unter denen sich in den letzten Jahren das AO-Druckplattenverfahren als die in vielen Fällen optimale Behandlungsmethode erweist.

"Die operative Behandlung muß in manchen Fällen bei der drohenden Pseudarthrose bereits als prophylaktischer Eingriff durchgeführt werden, vor allem am Unterschenkel und Unterarm, also an den paarigen Extremitätenabschnitten" (WITT).

a) Ältere operative Methoden

PLETTNER und BRANDT beschreiben schon 1890 die "einfache Osteotomie" als die einfachste und sehr wirkungsvolle Operation. Sie beseitigen durch Osteotomie die Scherwirkung. Sie versuchten, die Heilung vor allem am Unterschenkel durch Fibulaosteotomie (quere oder schräge Osteotomie) und damit die Ausschaltung des Sperrknochens bei Tibiapseudarthrosen zu erzielen.

Sie berichten auch über gute Erfolge durch Ausschaltung des Sperrknochens bei Unterarmpseudarthrosen.

Nach der Osteotomie empfehlen sie eine achsengerechte Einstellung und ununterbrochene Ruhigstellung.

Die Umlagerungsosteotomie von PAUWELS ist noch heute eine erfolgreiche Methode zur Beseitigung der Schenkelhalspseudarthrose. Hier tritt die Heilung nach dem ROUXschen Gesetz ein, nach welchem der Druck kallusfördernd wirkt. "Die Umlagerung wird durch eine subtrochantere Osteotomie erreicht" (WITT).

Die HAHNsche Umwegplastik hat M. LANGE öfters mit gutem Erfolg verwendet. Hier wird ein Teil der Tibia (bei Tibiapseudarthrose) mit der Fibula ausgetauscht. Die Fibula ersetzt die Funktion der Tibia. Diese Methode wird noch heute in den Fällen angewandt, bei denen eine Knochenspanoperation nicht möglich ist, z.B. bei hohem Alter oder bestimmten Erkrankungen.

HOHMANN benutzt die Methode der Resektion des Falschge-
lenkes mit Anfrischung der Bruchstücke. Diese Methode wurde schon im Jahre 1760 von WIGHT eingeführt.

DIEFFENBACH und BRAINARD führten 1846 die Knochenbohrung ein. Dieses Verfahren hat BECK 1929 neu durchgearbeitet. "An je zwei bis drei Stellen wird 2 - 4 cm zentral und peripher des Pseudarthrosenspaltes durch die Haut der Knochen angebohrt" (L. BÖHLER). Am Arm wird ein ungepolsterter Gipsverband 6 - 8 Wochen lang angelegt mit gleichzeitiger Nachbehandlung (zu Begriff "Nachbehandlung" vgl. S. 45).

Eine Sonderform hiervon ist die Elektrobohrung von v. SEEMEN. Diese Methode beruht auf der Vorstellung, daß angeblich nekrobiotische Einwirkung die Kallusbildung fördert. Von SEEMEN benützt einen elektrischen Bohrer zur Bohrung mehrerer Bohrkanäle, wodurch eine besondere (durch den elektrischen Strom erzeugte) Nekrosebildung zustande kommt.

Im Jahre 1923 führte KIRSCHNER die Knochenaufsplitterung ein. Durch Öffnung der Markräume werden im sklerosierten Gewebe neue Wege für die Blutversorgung eröffnet, wobei durch Hyperämie und darauf folgende Nekrose des Pseudarthrosengewebes die Kallusbildung angereizt wird.

Das Ansägen der Bruchenden in der Längsrichtung ist von BRANDES 1939 angewandt worden. KIRSCHNER hat jedoch die-

ses Verfahren viel eingreifender erneuert, indem er die Bruchenden vollständig freilegte und aus der Wunde herausdrehte, um sie ansägen zu können. KLAPP wendete Längsschnitte im Pseudarthrosengewebe an, HEDRI (1931) leimte die Bruchfragmente mit einem Leim aus Knochenabbauprodukten. Die Methode scheiterte jedoch wegen starker örtlicher und allgemeiner Reaktionen.

b) Osteosynthese

Im Jahre 1940 kam die Pseudarthrosenbehandlung einen entscheidenden Schritt weiter. KÜNTSCHER erfand den V-förmigen Marknagel, der aus einem Stück nichtrostenden Stahls besteht. Später folgte der starre Marknagel mit kleeblattförmigem Querschnitt für den Oberschenkel. KÜNTSCHER bohrt den Markraum auf. "Sinn dieser Aufbohrung ist, ein einheitlich weites Markhöhlenrohr herzustellen, welchem der ebenso starke, im Profil kleeblattförmige dicke Marknagel auf eine genügend lange Strecke verklemmend fest eingepaßt werden kann. Dieses Verfahren hat sich vielfach bewährt. Mit der Aufbohrung werden zugleich die abgedeckelten Knochenenden eröffnet. Die Regenerationsfreudigkeit des Knochens wird durch traumatischen Reiz der Aufbohrung angeregt. Geschlossen durchgeführt, hat die Marknagelung den unbestreitbaren Vorteil, daß das

Periost unangetastet und seine Regenerationskraft voll erhalten bleibt" (PROBST).

Die Idee des Aufbohrers entstand 1942 von MAATZ, die KÜNTSCHER dann 1951 verwirklichte.

HACKETHAL benützt die Markraumschienung mit Bündelnagelung.

Im Jahre 1967 veröffentlichte KÜNTSCHER seine "gedeckte (geschlossene) Osteosynthese". Er schreibt: "Beim gedeckten Vorgehen erfolgt die Kallusbildung unter ungleich günstigeren Bedingungen als bei der blutigen Eröffnung" (KÜNTSCHER). KÜNTSCHER benutzt dazu außer dem Markhöhlenbohrer und Bildwandler eine von ihm neu entwickelte Innensäge (intramedulläres Osteotom) und ein Distraktionsgerät. Er eröffnete die Haut durch Stichinzision an einer Stelle, die weit vom Ort der beabsichtigten Osteotomie liegt. Durch die Inzisionswunde wird die an einem langen elastischen Stiel befestigte Innensäge eingeführt und mit ihr der Knochen durchtrennt. KÜNTSCHER erreicht die Stabilisierung des Knochens mit einer geschlossenen Marknagelung. "Sämtliche Osteosynthesen, also auch die bei verzögerter Bruchheilung und bei Pseudarthrosen sind jetzt

auf gedecktem Weg möglich". Nach seiner Meinung findet dadurch ein langsamer Ausgleich der Verkürzung statt, sodaß die Resektion der Knochenenden und Spananlagerung überflüssig wird. Hypertrophische Pseudarthrosen lassen sich sehr gut, atrophische Pseudarthrosen weniger gut mit dem KÜNTSCHER-Nagel behandeln.

"Die Domäne des dicken KÜNTSCHER-Nagels ist die Oberschenkelchaftspseudarthrose" (PROBST).

Unter anderem verwenden L. BÖHLER, FISCHER, A. LOB und SPIER schon seit Jahren KÜNTSCHERS gedeckte Osteosynthese mit gutem Erfolg.

HERZOG modifizierte 1950 den dicken KÜNTSCHER-Nagel mit einer Biegung nach vorne; 1956 entwickelte er den Rohrschlitznagel. Die Bündelnagelung von HACKETHAL stellt ebenfalls eine Abwandlung der Marknagelung KÜNTSCHERS dar.

Die Methoden der "offenen Markdrahtung" mit KIRSCHNER-Draht, der "RUSH-Pin", "Drahtcerclagen" und der Zuggur-tungsosteosynthese" (besonders bei Olekranonfrakturen) werden bis heute zuweilen verwendet.

Die Ergebnisse sind uneinheitlich. In der heutigen Literatur gibt es viele bejahende und ablehnende Stimmen.

c) AO-Methode (Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese)

Eine neue Entwicklung der Osteosynthese begann 1949 durch DANIS (Belgien). Er forderte folgende Voraussetzungen:

- " a) Die Verbindung von Stabilität und Druck durch eine spezielle konstruierte Verspannungsplatte, welche namentlich bei Vorderarmschaftbrüchen den Weg für eine bis zu jenem Zeitpunkt kaum bekannte Funktionsbehandlung freigemacht hat.
- b) Vorschneiden eines Gewindes für die Verschraubung von harten Knochen.
- c) Aufstellung von mechanischen Prinzipien für die richtige Schraubenlage bei Drehkeilbrüchen" (M.E. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER).

DANIS beschreitet damit einen neuen Weg. Mit seiner Methode wurde die Heilung ohne Kallusbildung erreicht, die er selbst als "primäre Knochenheilung" bezeichnete.

Die "Primärheilung" wurde durch axiale Kompression und absolute Stabilität erreicht.

WAGNER und PULS (Zürich) untersuchen in ihrer 1967 veröffentlichten Arbeit das Verhalten des Knochens mit Schrauben. Der Anpassungsprozeß von kleinen Defekten verläuft in zwei Phasen:

1. Phase: Die Lücken zwischen Schraubengang und Schraube werden von Bindegewebe ausgefüllt. Bei mechanischer Stabilität setzt nach 4 Wochen die Reparatation der Knochendefekte an den abgeschnittenen Knochenenden ein.

2. (Einbau-) Phase: Hier "paßt sich der Knochen strukturell an die mechanische Beanspruchung durch die Schraube an" (PULS). Die gut fixierten Schrauben enthalten zum Schluß ein knöchernes Lager, das sich über die Corticalis in den Markraum fortsetzen kann. "Instabile Osteosynthesen führen zur Fibrose des Schraubenlagers und damit zur weiteren Instabilität" (PULS).

Die früher verwendete LANEsche Platte hatte diese Voraussetzungen nicht und führte zu vielen Mißerfolgen. In den angelsächsischen Ländern wird sie noch häufiger in

Verbindung mit Knochentransplantationen angewandt.
HORWITZ und LAMBERT haben gute Erfolge mit der LANEschen
Platte in Kombination mit Knochentransplantationen aus
dem Darmbein verzeichnen können.

M.E. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER entwickelten die
AO-Druckplatten (Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für
Osteosynthesefragen) mit der temporären Druckvorrichtung,
wobei die Knochenfragmente unter einen Druck von 30 - 60
kg gesetzt werden.

Die Stabilität wird durch

- a) innere Schienung oder
- b) interfragmentären Druck erreicht.

Die innere Schienung wird sowohl durch die Marknagelung
mit RUSH-Pin, Bündelnagelung wie auch durch Marknagelung
nach KÜNTSCHER, MAATZ und HACKETHAL schon seit längerer
Zeit verwendet.

WAGNER bewies, "daß der Knochen auf einen konstanten
Druck nicht mit Abbau sondern mit Aufbau reagiert (M.E.
MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER).

WILLENEGGER, SCHENK und KROMPECHER stellten fest, daß eine Knochenfraktur unter Druck eine wesentlich höhere Stabilität als unter Zug erreicht.

BASSET zeigte durch Experimente in vitro, "daß sich pluripotente Mesenchymzellen unter Druck (inpaction) in Osteoblasten, unter Zug (distraktion) dagegen in Bindegewebezellen differenzieren" (M.E. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER).

Zahlreiche histologische Untersuchungen von SCHENK zeigen, daß unter Druck sogar Knochendefekte von mehreren Millimetern mit Knochenneubildung ausgefüllt werden.

Für die rasche Verknöcherung ist auch die gute Blutversorgung notwendig. "Ohne Blutversorgung kein Leben !" (M.E. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER). Unter Kompression kommt es selbst dann, wenn eines der beiden Knochenfragmente abgestorben ist, dennoch zu einer raschen Verknöcherung. Wenn aber beide Knochenenden abgestorben sind, kommt es zur Lockerung der Fixation. "Meist ist diese Devitalisierung auf mangelhafte Operationstechnik, z.B. auf zu große Hitze oder zu langes Bohren zurückzuführen" (M.E. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER). Eine autoplasti-

sche Spongiosaplastik fördert die sekundäre Revaskularisierung.

Die Pseudarthrosebehandlung mit der AO-Platte setzt sich im deutschsprachigen Raum immer mehr durch.

Inzwischen haben viele Autoren über ihre guten Ergebnisse bei der Pseudarthrosebehandlung nach der Schweizer stabilen Osteosynthese berichtet (DÜRR und FRANKE; J. REHN und LEITZ; A. LOB; PROBST; GÖPFERT; M.E. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER; SAUDER und STAUDE; WELLER; FISCHER; BLOCK; SCHLOßER und KÖRNER; TSCHERNAWSKIJ; STAHLI; COTTA). Dabei handelt es sich auch um Fälle, die vorher mit anderen konservativen und operativen Methoden vergeblich behandelt wurden. Bei dem AO-Plattenverfahren, das auch des öfteren mit Spanverpflanzung kombiniert wird, wurde fast immer in der Behandlung der Unterarmpseudarthrose Heilerfolg erzielt. Allerdings macht LOB warnend darauf aufmerksam, daß "auch bei der AO-Platte eine Pseudarthrose entstehen kann, wenn die Platten zu klein gewählt oder technisch nicht richtig angelegt werden."

M.E. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER stellen deshalb fest: "Die systematische Anwendung dieser Platte ergab bei richtiger Technik besonders am Vorderarm regelmäßig einwand-

freie Knochenheilung. Die Patienten konnten die frakturierte Extremität ohne irgendwelche Beschwerden von Anfang an bewegen und voll gebrauchen, waren also kurze Zeit nach der Osteosynthese wieder arbeitsfähig." Bei überdurchschnittlich starker Belastung der Extremität, wie z.B. bei Schwerarbeitern, muß natürlich bis zum knöchernen Durchbau abgewartet werden. "Die AO-Druckplatte gilt für die Behandlung der Vorderarmbrüche und für die meisten Schaftpseudarthrosen als die Methode der Wahl" (M.E. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER).

Zu den Methoden des AO-Kompressions-Instrumentariums gehört auch das Verfahren mit äußeren Druckspannern vor allem in Verbindung mit STEINMANN-Nägeln.

Die "Fixateurs externes" wurden im Jahre 1908 von LAMBOTTE entwickelt. Die äußeren Druckspanner, mit denen KEY 1932 nach seinen Berichten gute Erfolge erzielte, sind eine Weiterentwicklung der Fixateurs externes.

1948 wurde diese Methode von CHARNLEY vervollständigt und experimentell untermauert.

Weitere Autoren so u.a. GREIFENSTEINER, POTROT-ROUSSEL, MARZ-EXNER berichten über ausgezeichnete und rasche Kon-

solidation der Frakturen, die durch die Druckosteosynthese nach CHARNLEY erzielt wurde.

Die Doppeldrahtspannbügel nach GREIFENSTEINER (1953) und BERGMANN (1956) konnten sich eine Zeitlang durchsetzen, sie sind jedoch sehr breit und schwer, und der als optimal zu betrachtende lokale Druck von 50 kg läßt sich mit ihnen nicht erzielen.

"Das AO-Kompressions-Instrumentarium mit äußeren Druckspannern lehnt sich an das von CHARNLEY beschriebene an. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß (diese) Spanner sowohl auf Druck als auch auf Zug beansprucht werden können. Sie lassen sich somit nicht nur bei einer Kniearthrodese an beiden STEINMANN-Nagelenden, sondern nebeneinander auf SCHANZsche Schrauben schalten, sodaß die Pseudarthrose unter Druck zu stehen kommt" (M.E. MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER).

Über die Anwendung der Druckosteosynthese in Verbindung mit STEINMANN-Nägeln berichtet 1970 H.J. MÜLLER in einem Aufsatz über "Die Anwendung der STEINMANN-Nägel und der äußeren Stabilisatoren bei Grenzfällen in der Unfallchirurgie". Die Methode der "Nagelextension der Knochenbrüche" wurde von STEINMANN schon 1911 beschrieben. Sie

hat sich bis heute bewährt, vor allem in Fällen, bei denen (den Untersuchungsergebnissen KROMPECHERS über die Förderung der Knochenbildung unter Druckeinwirkung folgend) der Zug in Druck umgewandelt wurde. Vielfach ist diese Methode allein noch erfolgversprechend, "wenn andere Osteosyntheseverfahren zum Scheitern verurteilt sind". Es handelt sich dabei vor allem um gelenknahe Frakturen oder Falschgelenke und ausgedehnte Weichteilbegleitverletzungen mit belastungsempfindlichen Narbenbezirken.

Bei Verwendung der STEINMANN-Nägel, die quer durch die Fragmente gebohrt werden, kommt es vor allem darauf an, "sie alle in eine gleiche Lage zur Frontalebene zu bringen und ihren parallelen Verlauf zu gewährleisten"; um die beabsichtigte Druckrichtung und Immobilisationswirkung zu erzielen, hat H.J. MÜLLER daher für die Arbeit mit STEINMANN-Nägeln und äußeren Stabilisatoren ein eigenes Zielgerät entwickelt.

Transplantationen

Die ersten Forschungen über Transplantationen stammen von OLLIER (1858). In Tierversuchen hat er nachgewiesen,

daß mit Sicherheit nur das Periost junger Tiere osteogenetische Fähigkeiten hat, während das beim Periost Erwachsener nicht sicher ist. OLLIERs Ergebnisse wurden um die Jahrhundertwende von WOLF, JAKIMOWITSCH, MANLEY, BUSCARLET, LAMENT und BRAMANN bestätigt.

BARTH und JOHANNSEN studierten die histologischen Vorgänge bei Knochentransplantaten. Die ersten erfolgreichen Verfahren wurden von ALBEE, MATTI, AXHAUSEN und PHEMISTER ausgearbeitet. Als eigentlicher "Vater" der plastischen Knochenchirurgie wird LEXER angesehen. "Er hat erkannt, daß durch die Transplantation nicht nur die Knochenlücke überbrückt wird, sondern daß das physiologisch hochwertige Transplantat für die Einpflanzungsstelle auch einen außerordentlichen Reiz für die Knochenneubildung mitbringt. Dies ist vor allem für solche Pseudarthrosen wichtig, wo primär schon eine schlechte Knochenregeneration bestand" (WITT).

AXHAUSEN kam durch lange histologische Forschungen zu der Erkenntnis, daß die harte Knochensubstanz mit ihren Osteozyten auch nach der autologen Knochenplantation abstirbt und durch lebendiges Knochengewebe ersetzt werden muß. "Dieser Umbau im Wechsel von Resorption des toten und

Apposition von lebendem Knochengewebe setzt also eine lebhafteste Osteogenese an Ort und Stelle voraus" (AXHAUSEN).

Die Weichgewebe des Knochens (Periost, Mark, zellulärer Inhalt der HAVERschen Kanäle) können aber auch nach der autoplastischen Transplantation weiterleben. "Die in diesen Geweben enthaltenen osteogenetischen Zellen nehmen dann nach wenigen Tagen ihre spezifische Tätigkeit, nämlich die Knochenneubildung wieder auf" (AXHAUSEN). Sie brauchen dazu jedoch als Reiz den stimulierenden Einfluß der absterbenden harten Knochensubstanz. AXHAUSEN bemerkt dazu: "In seiner osteogenetischen Potenz liegt ein entscheidender Vorteil des autologen Knochenspans; denn er baut sich sozusagen aus eigener Kraft in lebenden Knochen um, auch im knochenfreien Lager. Diese Aktivität ist besonders ausgeprägt, wenn Periost und Mark mittransplantiert werden, wie zum Beispiel bei der Spongiosa".

Es gibt zahlreiche Methoden der Knochentransplantation, z.B. die Knochenbolzung (LEXER), die Spanverriegelung (LEXER, ALBEE, LUBINUS), das Eindrehen des Spans (HOHMANN) und die Umkehrplastik (KARITZKY). REICHEL entwickelte die "Hautperiostknochenlappen-Verpflanzung", MATTI wendet das Spongiosaverfahren an.

"Die neue Ära in der Behandlung der Kallusverzögerung und Pseudarthrosen" schreibt COTTA, "ist zweifellos mit der Entwicklung der PHEMISTER-Plastik angebrochen. Dieses operative Vorgehen ist technisch außerordentlich einfach. Der Knochen wird freigelegt, das Periost gespalten, und der Span wird schienend, flächenhaft den Frakturspalt überbrückend, angelegt. Das Periost wird anschließend über dem Span vernäht". Überzeugte Verfechter der PHEMISTER-Plastik sind unter anderen LAUBE, GAY, ESSER, HINEMANN, RITTER, HÄRTEL, LOB und PROBST. Sie alle berichten aus ihrer jahrelangen Praxis über hervorragenden Erfolg mit dieser Methode. "Die Spanplastik nach PHEMISTER, die wir 130 mal mit der Marknagelung verbunden, hat bei 182 von 198 aseptischen und infizierten Schaftpseudarthrosen gute Ausheilungsergebnisse erreicht, allerdings unter Inkaufnahme langdauernder Ruhigstellung und z.T. leichter Fehlstellung" (PROBST).

Hinsichtlich der Art des zu transplantierenden Materials lassen sich folgende Unterscheidungen treffen:

- a) Das autoplastische Transplantat in Form eines dem gesunden Schienbein oder dem Beckenkamm entnommenen Knochenspanns. Das Material der autoplastischen Transplan-

tation heilt nach Beobachtungen von AXHAUSEN sehr schnell ein. Nach kurzer Zeit sind gefäßführende Sprossen in alle Knochenkanäle eingewachsen. Das autoplastische Knochentransplantat wird heute am meisten verwendet.

PROBST berichtet über seine Erfahrungen im UKM:
"Nagelung und Verschraubung bieten die Möglichkeit, in Bereichen regenerationsschwachen Knochens lebende Spongiosa einzupflanzen. Damit kommen die von LEXER und MATTI vertretenen Prinzipien der Knochenregeneration erneut zur Geltung. LEXER hatte die knochenneubildende Kraft der Spongiosa erkannt, wies aber nach, daß die Spongiosa in der nicht ruhiggestellten Pseudarthrose zugrunde geht. In der absolut ruhiggestellten Pseudarthrose kann nun die Spongiosa ihre ossogene Potenz ungestört entfalten" (PROBST).

- b) Das homoioplastische Transplantat in Form des konservierten Knochenspans, der aus Operationspräparaten oder frischen Leichen steril entnommen wurde. Besonders die russischen Chirurgen befassen sich sehr intensiv mit homoioplastischen Transplantaten. KOVALENKO und YEMELIANOV verwenden drei verschiedene Gefrier-

verfahren mit verschiedenen Temperaturen. Ihrer Meinung nach heilen die so präparierten Präparate genauso gut ein wie die Autotransplantate.

- c) Das heteroplastische Transplantat in Form des konservierten Knochenspans, der aus Tierkörpern entnommen wurde. Hierzu gehören die Präparate, die unter dem Namen "finnische Knochen" bekannt sind. Es handelt sich dabei um Kalb- (seltener um Rinder-) Knochen, die mit Äthylendiaminextraktion und Hydrolyse präpariert werden. Hierzu gehört der sogenannte "Kieler Knochenspan" (aus Rinderknochen), der schonend enteiweißt wird. Er wird 24 Stunden lang unter fließendem Wasser und anschließend mit 20%igem H_2O_2 und Ätherdampf behandelt. EVERS, HACKENSELLNER, NÄTHER, SEIDLER und SEIFFERT gehören zu den Befürwortern dieser Methode. AXHAUSEN stellt jedoch fest, daß die Einheilung dieses körperfremden Materials nur sehr zögernd und unter starken zellulären Reaktionen erfolgt. COTTA und PROBST berichten über mäßigen Erfolg mit dieser Methode. Im UKM wurden nur in 18 von 38 Fällen gute, in 7 Fällen hinreichende und in 13 Fällen keine Erfolge erzielt.

In den vorausgehenden Abschnitten dieser Arbeit sind die wichtigsten konservativen und operativen Methoden der Behandlung von verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrosen dargestellt worden.

3. Die Vermeidbarkeit der Pseudarthrose

Zum Abschluß dieses systematischen Teils sollen noch einige Thesen vorgetragen werden, die L. BÖHLER 1967 in Berlin zur Verhütung der Pseudarthrosen vorgetragen hat.

Man kann eine Pseudarthrose verhüten, wenn man:

- " 1. bei jedem Knochenbruch versucht, eine Verkürzung von 1 - 10 mm zu erzeugen, und wenn man besonders die Splitterbrüche nicht auseinanderzieht sondern zusammenstaucht;
2. bei geschlossenen Splitterbrüchen keine Splitter entfernt und bei offenen nur jene, die vom Periost entblößt sind;
3. alle Osteosynthesen einwandfrei technisch durchführt und trachtet, Infektionen zu vermeiden;

4. genügend lange im Gipsverband, im Dauerzugverband oder mit einer übungsstabilen Osteosynthese ruhiggestellt und gewaltsame Bewegungen vermeidet."

"Nach meinen Erfahrungen bei der Behandlung von ungefähr 15 000 Knochenbrüchen" führt L. BÖHLER aus, "sind die Pseudarthrosen zum größten Teil vermeidbare Behandlungsfolgen und keine unvermeidbaren Unfallfolgen. Um dies jeder Zeit beweisen zu können, sollte bei jeder Pseudarthrose eine kurze Vorgeschichte geschrieben werden, aus der die Ursachen während der Behandlung zu ersehen sind".

Aufgrund seiner jahrzehntelangen Erfahrungen erhebt L. BÖHLER folgende Forderungen, die hier, weil sie wissenschaftlich begründet sind, zum Schluß vorgetragen werden sollen:

"Es erweist sich als unbedingt notwendig, daß jeder Unfallkranke vom Beginn bis zum Abschluß der Behandlung in ein und derselben für Unfallchirurgie qualifizierten Klinik verbleibt. Eine der wichtigsten und häufigsten Ursachen gerade auch für die Pseudarthrose ist die Unselbständigkeit der Unfallchirurgie und der Mangel an Unterricht und Organisation".

IV. Ergebnisse aus dem Unfallkrankenhaus Murnau

1. Allgemeine Übersicht

Der nachfolgenden Untersuchung liegen 166 Krankengeschichten von Patienten mit Unterarmbrüchen mit verzögerter Kallusbildung bzw. nachfolgender Pseudarthrose zugrunde, die in der Zeit von Februar 1953 bis Januar 1968 im Unfallkrankenhaus Murnau aufgenommen und behandelt wurden. Bei 19 Patienten handelt es sich um eine Verzögerung der Kallusbildung. Bei 147 Patienten hatte sich bereits eine Pseudarthrose gebildet.

Die folgende Tabelle zeigt, wie sich die Häufigkeiten der Bruchverletzungen mit verzögerter Kallusbildung und mit Pseudarthrose verteilen, und in welchem Maße es sich dabei um reine Unterarmbrüche oder um Mehrfachverletzungen handelt.

Tabelle 1

	nur UA-Brüche	Mehrfachverl.	Gesamt
Verzögerte Kallusbildung	15 (9,0 %)	4 (2,4 %)	19 (11,4%)
Pseudarthrose	108 (65,0 %)	39 (23,5 %)	147 (88,6%)
Insgesamt	123 (74,0 %)	43 (26,0 %)	166 (100 %)

Es erscheint vor allem wichtig, darauf hinzuweisen, daß der Anteil der Mehrfachverletzungen den hohen Prozentsatz von 26,0 % ausmacht, da die jeweilige Behandlungsdauer einen wichtigen Vergleichsfaktor darstellt. Bei Mehrfachverletzten ist jedoch die Dauer der Behandlung nicht ohne weiteres nur auf den Unterarmbruch zurückzuführen, andere schwere Verletzungen können dafür verantwortlich sein.

Innerhalb dieses allgemeinen Überblicks soll noch eine Zusammenstellung über Lokalisation und Art der Bruchverletzungen vorgenommen werden. Die Lokalisation der Unterarmbrüche ist folgendermaßen abgegrenzt:

- I = proximale (ellenbogengelenknahe) Unterarmschaftbrüche
- II = mediale Unterarmschaftbrüche im mittleren Drittel
- III = distale (handgelenknahe) Unterarmschaftbrüche.

Danach ergibt sich folgende Verteilung:

Lokalisation und Art des Bruches

Tabelle 2

	offene	geschlossene	gesamt
I	12 (7,2 %)	16 (9,6 %)	28 (16,8 %)
II	31 (18,7 %)	74 (44,6 %)	105 (63,3 %)
III	16 (9,6 %)	17 (10,3 %)	33 (19,9 %)
	59 (35,5 %)	107 (64,5 %)	166 (100 %)

Besonders hervorzuheben ist aus der Tabelle 2, daß fast zwei Drittel aller Brüche im mittleren Unterarm vorkommen. Etwas vergrößert läßt sich das Verhältnis von offenen zu geschlossenen Brüchen als $1/3$ zu $2/3$ bestimmen. Den weitest größten Anteil, nämlich 44,6 % aller Fälle, machen die geschlossenen Brüche des mittleren Unterarmes aus.

Im nachfolgenden Abschnitt wird einzeln über die Verletzten mit verzögerter Kallusbildung und über Pseudarthrose nach Oberarmbrüchen berichtet.

2. Verzögerte Kallusbildung

19 Unterarmschaftbrüche mit verzögerter Kallusbildung.

Alle im folgenden zu behandelnden Unterarmschaftbrüche mit verzögerter Kallusbildung kamen nach einer Erstbehand-

lung in das UKM, als der äußerste Zeitraum von 4 - 6 Monaten für eine normale Bruchheilung bereits überschritten war. Zum Zeitpunkt der Einlieferung ins UKM war keine knöcherne Durchbauung der Bruchstelle festzustellen. Das Behandlungsergebnis der Erstbehandlung war sowohl anatomisch wie funktionell schlecht. Die 19 Patienten verteilen sich auf folgende Altersgruppen:

a) Alter und Geschlecht

Tabelle 3

Alter in Jahren	Männer	Frauen	Gesamt	%
11 - 20	2	-	2	10,5
21 - 30	5	1	6	31,6
31 - 40	4	-	4	21,1
41 - 50	5	-	5	26,3
51 - 60	2	-	2	10,5
Insgesamt	18 (94,7 %)	1 (5,3 %)	19	(100 %)

b) Unfall am Arbeitsplatz oder Wegeunfall

9 Patienten (47,4 %) erlitten den Unfall am Arbeitsplatz. Die Brüche der übrigen 10 Patienten (52,6 %) entstanden bei Verkehrsunfällen (sogenannte "Wegeunfälle").

c) Unterarmbrüche und Mehrfachverletzungen

Bei 15 Patienten (79,0 %) liegen reine Unterarmbrüche vor. 4 Patienten (21,0 %) waren mehrfachverletzt.

c₁) Lokalisation der Brüche

Die 19 Unterarmbrüche, die zu verzögerter Kallusbildung führten, verteilen sich folgendermaßen:

I	ellenbogengelenknahe Brüche	2 (10,5 %)
II	Brüche im mittleren Drittel	15 (79,0 %)
III	handgelenknahe Brüche	2 (10,5 %)

d) Komplizierte Brüche, Osteomyelitis und Nervenschädigung

Bei 7 Patienten (36,8 %) handelte es sich um komplizierte (offene) Brüche. 12 Patienten (63,2 %) erlitten geschlossene Bruchverletzungen.

Es kam bei 2 Patienten (10,5 %) zu dauernden Nervenschädigungen, und zwar bei einem Patienten zu einer Teilplexuslähmung des linken Armes, bei dem anderen zu einer Schädigung des N. radialis rechts.

Bei den Patienten mit verzögerter Kallusbildung kam keine Osteomyelitis vor.

e) Betroffene Knochen und Seitenhäufigkeit

Tabelle 4

Art des Knochens	rechts	links	ges.	%
Elle	2 = 10,5 %	3 = 15,8 %	5	26,3
Speiche	2 = 10,5 %	1 = 5,3 %	3	15,8
Elle + Speiche	5 = 26,3 %	6 = 31,6 %	11	57,9
Gesamt:	9 = 47,3 %	10 = 52,7 %	19	100 %

Wie die Tabelle zeigt, sind bei den 19 Bruchverletzungen mit verzögerter Kallusbildung beide Seiten fast gleich häufig betroffen.

Bei dem größten Teil der Brüche sowohl des rechten wie des linken Unterarmes sind (mit insgesamt 57,9 %) Elle und Speiche verletzt worden.

f) Behandlungsmethoden

Tabelle 5

Methode	EB	UKM
Drahtzug	1	-
Drahtumschlingung	2	-
Drahtumschlingung mit autopl. Spanverpflanzung	1	-
Gipsverband	4	2
KIRSCHNER-Draht	1	-
Marknagelung nach KÜNTSCHER	7	1
Marknagelung n. KÜNTSCHER m. autopl. Spanverpflanzung	1	2
RUSH-pin	1	-
RUSH-pin m. autopl. Spanverpflanzung	-	1
Spanplastik n. PHEMISTER	1	-
Übungsbehandlung	-	13
Gesamt	19	19

Die Krankengeschichten stammen vorwiegend aus der Zeit von 1953 bis 1964. Daher erklärt sich, daß einige Behandlungsmethoden der Unfallchirurgie, die sich erst in den letzten Jahren durchgesetzt haben, so z.B. das Schweizer AO-Druckplattenverfahren, noch nicht angewandt wurden.

Die Anzahl von 19 Fällen ist zu klein, um Rückschlüsse auf Erfolg oder Mißerfolg einzelner Behandlungsmethoden zuzulassen. Als auffälligstes Merkmal, das der Darstel-

lung der Behandlungsmethoden zu entnehmen ist, mag die relativ hohe Zahl derjenigen Patienten sein, die im Unfallkrankenhaus Murnau nur mit einer differenzierten und gezielten Übungsbehandlung behandelt wurden (13). Bei 13 Patienten genügte eine Übungsbehandlung, um die erwünschte Knochenneubildung zu erzielen.

Bei 2 Patienten kam es zu keinem knöchernen Durchbau. Einer von ihnen hatte eine Operation abgelehnt. Nach dreizehnwöchiger Übungsbehandlung war bei ihm zwar noch kein knöcherner Durchbau, jedoch eine fortschreitende Kallusbildung festzustellen. Bei der Entlassung trug er noch eine Ledermenschette. Der zweite Patient litt an einer zusätzlichen Plexuslähmung, die auch noch bei der Entlassung bestand. Der Patient behilft sich mit einer Plexiglasschiene mit Aufhängevorrichtung.

Bei 4 weiteren Bruchverletzten wurde die Entfernung eines alten Küntscher-Nagels vorgenommen.

Unter den operativen Verfahren, die während der Erstbehandlung zur Anwendung gekommen sind, nimmt die Marknagelung nach KÜNTSCHER die erste Stelle ein. Dieses Ergebnis deckt sich, wie noch zu zeigen sein wird, mit den

Ergebnissen der weiteren Untersuchungen. Auch im UKM gehörte die KÜNTSCHER-Nagelung zu den am häufigsten angewandten Methoden, bis sie von dem AO-Plattenverfahren verdrängt wurde. Bei 3 Patienten wurden operative Eingriffe mit Marknagelung nach KÜNTSCHER durchgeführt, dabei wurde zweimal zusätzlich eine autoplastische Spanverpflanzung vorgenommen.

Bei der Entlassung wiesen alle drei röntgenologisch einen festen knöchernen Durchbau auf.

RUSH-pin mit autoplastischer Spanverpflanzung wurde bei einem Verletzten nach einer Erstbehandlung mit Spanplastik nach PHEMISTER durchgeführt. Bei der Entlassung war die alte Bruchstelle fest knöchern durchgebaut.

g) Die Behandlungsdauer

Über die Behandlungsdauer der verschiedenen Methoden, die im UKM angewandt wurden, gibt die nachfolgende Tabelle Aufschluß.

Tabelle 6

Methode	Zahl	Wochen-Durchschnitt
Gipsverband	2	7
Marknagelung n. KÜNTSCHER	3	32,3
RUSH-pin	1	54
Übungsbehandlung	13	15,4
Gesamt:	19	19,2

Der niedrigste Wochendurchschnitt liegt bei den konservativen Behandlungsmethoden.

Gipsverband wurde zweimal mit einem Durchschnitt von 7 Wochen verwendet.

Der Übungsbehandlungsdurchschnitt liegt bei 15,4 Wochen. Bei diesem Ergebnis ist zu berücksichtigen, daß 2 Patienten im UKM eine erneute Operation abgelehnt haben und ein Patient frühzeitig die stationäre Behandlung verließ. Der Wochendurchschnitt der operativen Behandlungsmethoden liegt deutlich höher. Jedoch sind die insgesamt 4 Fälle statistisch völlig irrelevant, und ihre intensivere Darstellung gäbe keinerlei Aufschluß.

Auch die Ergebnisse der Behandlungsdauer bei den konservativen Behandlungsmethoden sind angesichts der geringen

Anzahl nicht beweiskräftig.

Mit äußerster Vorsicht könnte allenfalls auf ein Anzeichen für die Bedeutung der Übungsbehandlung (vgl. auch die anatomisch-funktionellen Behandlungsergebnisse) hingewiesen werden.

Anschließend soll noch ein Überblick über die Dauer der Behandlung der Patienten während der Erstbehandlung vor Einlieferung in das UKM und die Behandlungsdauer im UKM gegeben werden.

Tabelle 7

	Durchschnitt in Wochen	Bereich v.niedr. bis höchst.Behand.- Dauer in Wochen
Erstbehandlung	36,0	12 - 99
UKM-Behandlung	19,2	2 - 57

Ein Vergleich der unterschiedlichen Werte ist nicht möglich, weil es sich in der Erstbehandlung um frische Bruchverletzungen, im UKM hingegen um verzögerte Kallusbildung (bzw. Pseudarthrosen s.u.) handelt.

h) Behandlungsergebnis

Das Behandlungsergebnis wird hier und im weiteren Verlauf der Arbeit folgendermaßen dargestellt (diese Art der Darstellung richtet sich nach bereits vorliegenden Arbeiten über Behandlungsergebnisse im UKM):

Die anatomischen Ergebnisse werden in zwei Gruppen unterteilt:

Ein g u t e s (1) anatomisches Ergebnis bedeutet, daß die ehemalige Bruchstelle entweder vollständig knöchern fest bzw. in fortgeschrittener knöcherner Ausheilung begriffen war (d.h. bei der Entlassung).

Als s c h l e c h t (2) wurde das Ergebnis bezeichnet, wenn die Bruchstelle bei der Entlassung röntgenologisch keinen Anhalt für die knöcherne Durchbauung bot oder die Pseudarthrose bestehen geblieben war.

In funktioneller Beziehung bedeutet ein s e h r g u t e s (1) Ergebnis, daß die Beweglichkeit in den Gelenken nicht eingeschränkt war.

Ein g u t e s (2) Ergebnis heißt, daß die Beweglichkeit in den Gelenken kaum eingeschränkt war.

Bei einem b e f r i e d i g e n d e n (3) funktionellen Ergebnis war die Beweglichkeit in einem oder in mehreren Gelenken mäßig behindert.

Das Ergebnis wurde mit s c h l e c h t (4) beurteilt, wenn die Beweglichkeit in einem oder in mehreren Gelenken stark eingeschränkt war, bzw. das Tragen eines Stützapparates verordnet werden mußte.

Die Behandlungsergebnisse der einzelnen Methoden zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle 8

Methode	Zahl	Anat.	Funkt.
Gipsverband	2	1,5	3,0
Marknagelung nach KÜNTSCHER	3	1,0	3,0
RUSH-pin	1	1,0	4,0
Übungsbehandlung	13	1,1	2,7
Gesamt	19	1,1	2,8

Das durchschnittliche anatomische Heilergebnis von 1,1 zeigt an, daß bei den meisten Patienten bei der Entlassung aus dem UKM die Bruchstelle knöchern fest oder in Ausheilung begriffen war.

Unter funktionellem Gesichtspunkt bedeutet das Ergebnis von 2,8, daß die Beweglichkeit des betroffenen Unterarmes bei den meisten Patienten mehr oder weniger behindert war (vgl. j) Minderung der Erwerbsfähigkeit).

i) Orthopädische Apparate

Insgesamt wurden 7 der 19 Patienten mit verzögerter Kallusbildung (36,8 %) mit orthopädischen Hilfsmitteln entlassen. 3 Patienten (15,8 %) bekamen nur vorübergehend (meistens nur für 1 Jahr) ein orthopädisches Hilfsmittel, damit eine schnellere vollständige Gebrauchsfähigkeit ihres verletzten Armes erreicht werde. Es handelte sich um zwei Ober- und Unterarmhülsen und eine Arbeitsschutzkappe mit einem angefertigten Handschuh.

Zwei Patienten, die eine operative Behandlung abgelehnt hatten, erhielten eine Ledermanschette, bzw. eine Unterarmhülse. Ein Bruchverletzter mit einer Teilplexuslähmung erhielt eine Aufhängevorrichtung mit einer Plexiglasschiene für den gebrauchsunfähigen Arm. Ein anderer Patient bekam eine Unterarm-Mittelhand-Schiene.

j) Minderung der Erwerbsfähigkeit

Die Minderung der Erwerbsfähigkeit liegt bei der Entlas-

sung im Durchschnitt bei 36,8 %.

Nach einem Jahr lag die erste Dauerrente bei 31,8 %. Soweit erfaßbar, liegt die spätere Änderung der Dauerrente bei 29,6 %.

Die Minderung der Erwerbsfähigkeit ist relativ groß. Nach den funktionellen Heilergebnissen (siehe h)) und dem hohen Prozentsatz von 36,8 % der Patienten, die mit orthopädischen Hilfsmitteln ausgestattet wurden, ist dieses schlechte Ergebnis jedoch verständlich.

k) Arbeitsplatz

Von 19 Patienten kehren 11 (57,9 %) wieder an ihren alten Arbeitsplatz zurück. 6 Personen (31,6 %) gingen ohne Umschulung neuen Berufen nach. Ohne gesicherten Arbeitsplatz wurde 1 Patient (5,2 %) entlassen. Ein Verletzter (5,2 %) wurde mit 57 Jahren pensioniert; wegen Gebrauchsunfähigkeit des linken Armes und Teilamputation der Finger bekam er 70 % Rente. Umschulungen wurden keine durchgeführt.

3. Pseudarthrosen

In der Zeit von Februar 1953 bis November 1967 wurden im

Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau (UKM)
147 Patienten eingeliefert, bei denen sich nach Unterarm-
brüchen Pseudarthrosen gebildet hatten. Diese Fälle sol-
len im folgenden analysiert und besprochen werden. Die
Pseudarthrosen sind folgendermaßen lokalisiert:

I	II	III
proximale (ellen- bogengelenknahe) UA-Schaftbrüche	mediale UA-Schaft- brüche (im mittl. Drittel)	distale (handge- lenknahe) UA- Schaftbrüche
26 (17,7 %)	90 (61,2 %) ,	31 (21,1 %)

Den Hauptanteil der Pseudarthrosen nach Unterarmbrüchen
stellen also die Patienten mit mittleren UA-Schaftbrüchen
dar (61,2 %).

Die 147 Pseudarthrosen nach Unterarmbrüchen werden der
Übersicht halber getrennt nach ihrer Lokalisation darge-
stellt. Eine allgemeine Zusammenfassung und Übersicht
wird zum Abschluß der Analyse gegeben werden.

26 Pseudarthrosen nach proximalen UA-Schaftbrüchen (I)

a) Alter und Geschlecht

Tabelle 9

Alter in Jahren	Männer	Frauen	Gesamt	%
11 - 20	3	-	3	11,5
21 - 30	8	-	8	30,8
31 - 40	3	1	4	15,5
41 - 50	3	-	3	11,5
51 - 60	5	1	6	23,1
61 - 70	1	-	1	3,8
71 - 80	-	1	1	3,8
Insgesamt:	23 (88,5 %)	3 (11,5 %)	26	(100 %)

Die Gruppe der 21 - 30jährigen Männer ist auch hier, wie schon bei der generellen Übersicht über das gesamte Krankengut, einschließlich der Bruchverletzten mit verzögerter Kallusbildung am stärksten betroffen. Danach folgt die Altersgruppe von 51 - 60 Jahren. Die übrigen Altersgruppen unter 60 Jahren weisen ungefähr denselben Unfallquotienten auf.

b) Unfall am Arbeitsplatz oder Wegeunfall

Bei den 26 proximalen Unterarmschaftbrüchen mit nachfolgender Pseudarthrose handelt es sich um 11 Brüche, die durch Arbeitsunfälle und 15 Brüche, die durch Verkehrsunfälle entstanden sind.⁴⁾

c) Unterarmbrüche und Mehrfachverletzungen

Reine Unterarmbrüche liegen nur bei 14 Patienten vor. Bei den übrigen 12 Kranken handelt es sich um Mehrfachverletzungen verschiedenster Art.

d) Komplizierte Brüche, Osteomyelitis und Nervenschädigung

Von 26 Patienten erlitten 12 (46,2 %) offene Bruchverletzungen, bei 14 Patienten (53,8 %) traten geschlossene Brüche auf. Zu Osteomyelitis kam es bei 6 Patienten (23,1 %), davon entfallen 5 auf die offenen und nur eine auf die geschlossenen Bruchverletzungen.

Bei den offenen Bruchverletzungen konnten von den 5 Patienten mit Osteomyelitis 3 ohne Knocheneiterung aus dem UKM entlassen werden. Die betroffenen Knochen waren gut durchgebaut, die Gelenke blieben jedoch weiterhin ganz oder teilweise versteift, so daß der verletzte Arm gebrauchsunfähig blieb. Bei dem Patienten mit Osteomyelitis nach geschlossener Fraktur hörte die Eiterung nach 9wöchiger Übungsbehandlung auf; eine straffe Olecranonpseudarthrose blieb indessen weiterhin bestehen, jedoch verbesserte sich die Gelenkbeweglichkeit.

Zu einer Nervenschädigung kam es bei einem Patienten (3,8 %) infolge einer offenen Bruchverletzung mit Durchtrennung der gesamten Streckmuskelsehnen und nachfolgender Osteomyelitis. Eine operative Behandlung dieses Patienten hätte keine Besserung gebracht. Er wurde nach 4wöchiger Übungsbehandlung mit schlechtem anatomischen und funktionellen Ergebnis und weiterer Fisteleiterung entlassen. Der Arm blieb gebrauchsunfähig mit Fingern in Krallenstellung.

e) Betroffene Knochen und Seitenhäufigkeit

Tabelle 10

Art des Knochens	rechts	links	zusammen
Elle	9 = 34,7 %	12 = 46,1 %	21 = 80,8 %
Speiche	1 = 3,8 %	-	1 = 3,8 %
Elle und Speiche	1 = 3,8 %	3 = 11,4 %	4 = 15,4 %
Gesamt	11 = 42,3 %	15 = 57,7 %	26 = 100 %

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, sind die Verletzungen linksseitig mit 15 (= 57,7 %) häufiger als die Verletzungen auf der rechten Seite mit 11 (= 42,3 %). Die häufigsten Verletzungen erlitt die Elle links mit 12 (= 46,1 %) und rechts mit 9 (= 34,7 %), sie bilden also

insgesamt 80,8 % aller Bruchverletzungen mit Pseudarthrose in Ellenbogengelenknähe.

f) Behandlungsmethoden

Folgende Zusammenstellung gibt Aufschluß über die Behandlungsmethoden, die in der Erstbehandlung und im UKM angewandt wurden:

Tabelle 11

Methode	E.B.	UKM
AO-Platte	-	6
Drahtschlinge	3	-
Gipsverband	11	-
KIRSCHNER-Draht	3	1
MAATZsche Schraube	-	2
Marknagelung nach KIRSCHNER	1	-
Marknagelung nach KÜNTSCHER	2	1
Marknagelung n. KÜNTSCHER m.Spanverpfl.	1	3
RUSH-pin	2	-
RUSH-pin mit Spanverpflanzung	-	2
Spanplastik n. PHEMISTER	1	1
Übungsbehandlung	-	10
unbekannt	2	-
Gesamt	26	26

Als bemerkenswertes Ergebnis ist dieser Zusammenstellung folgendes zu entnehmen:

Die Anzahl der Unterarmbrüche, die während der Erstbehandlung auf rein konservative Weise mit Gips ruhiggestellt wurden, ist außerordentlich hoch. Die Krankengeschichten weisen insgesamt 11 Patienten mit nur konservativer Behandlung auf. Der Gipsverband wird hier nur als zusammenfassende Bezeichnung für Oberarm- und Unterarmgipsverband genannt. Leider ist bei den anamnestischen Angaben nur vereinzelt zu erfahren, welcher Gipsverband bei der Erstbehandlung verwendet wurde.

Unter den operativen Verfahren steht die Behandlung mit KIRSCHNER-Draht (3mal), Drahtschlinge (3mal) und RUSH-pin (2mal) bei der Erstbehandlung im Vordergrund.

Bei der Behandlung im UKM nimmt, wie der Tabelle zu entnehmen ist, die Übungsbehandlung (10 Patienten) den ersten Platz ein. Das ist vor allem daraus zu erklären, daß bei diesen Verletzten, wie schon dargestellt wurde, keine operative Behandlung durchgeführt wurde, und die Erkrankten nach einigen Wochen Übungsbehandlung aus dem UKM entlassen wurden.

6 Patienten wurden nach der Schweizer AO-Druckplatten-Osteosynthese behandelt. Dabei ist zu bemerken, daß die erste Pseudarthrose nach proximalem Unterarmschaftbruch, die nach diesem Verfahren behandelt wurde, in den Krankengeschichten des UKM im Mai 1963 erscheint.

g) Behandlungsdauer

Tabelle 12

Methode	Zahl d. Behandelten	Behandlungsdurchschnitt i. Wochen
AO-Platte	6	28,7
KIRSCHNER-Drähte	1	33,0
MAATZsche Schraube	2	37,0
Marknagelung n. KÜNTSCHER	4	30,5
RUSH-pin	2	42,5
Spanplastik nach PHEMISTER	1	31,0
Übungsbehandlung	10	9,8
Gesamt	26	23,5

Die niedrigste Behandlungsdauer liegt bei der Übungsbehandlung mit einem Durchschnittswert von 9,8 Wochen. Sie ist, wie schon gesagt wurde, dadurch zu erklären, daß 10 von 26 Patienten ohne operative Behandlung nach einigen Wochen der Übungsbehandlung entlassen wurden.

Es folgt die Behandlung mit der AO-Platte mit einem Durchschnitt von 28,7 Wochen. Dieser Wert läge wesentlich niedriger, wenn nicht in einzelnen Fällen dem AO-Plattenverfahren andere langwierige operative Behandlungen vorangegangen wären.

Die Behandlungsdauer mit anderen operativen Methoden lag nach der Tabelle im Durchschnitt um 3 bis 9 Wochen höher.

Übersicht über die Behandlungsdauer bei der Erstbehandlung und im UKM:

Tabelle 13

	Durchschnitt i. Wochen	Bereich v.niedr.bis höchster Behand- lungsdauer in Wochen
Erstbehandlung	47,5	9 - 243
UKM-Behandlung	23,6	2 - 55

h) Behandlungsergebnis

Tabelle 14

Methode	Zahl	anat.	funkt.
AO-Platte	6	1	2,0
KIRSCHNER-Draht	1	2	4,0
MAATZsche Schraube	2	1	2,0
Marknagelung n. KÜNTSCHER	4	1	1,8
RUSH-pin	2	1	3,5
Spanplastik n. PHEMISTER	1	1	3,0
Übungsbehandlung	10	2	3,2
Gesamt	26	1,4	2,6

Das Behandlungsergebnis zeigt noch einmal deutlich, daß alle nicht operativ sondern durch Übungsbehandlung versorgten Patienten zuzüglich zweier Patienten, die mit KIRSCHNER-Draht behandelt wurden, bei der Entlassung keinen knöchernen Durchbau aufwiesen. Das anatomische Gesamtergebnis ist infolgedessen ziemlich schlecht. Unter diesen Umständen kann auch das funktionelle Ergebnis nur befriedigend sein; für einen großen Teil der Patienten bedeutet das eine mittlere bis schwere Einschränkung der Beweglichkeit des Unterarms.

i) Orthopädische Apparate

Von den 26 Verletzten brauchte keiner einen orthopädischen Apparat für die Versorgung der Unterarmverletzung. Orthopädische Hilfsmittel wurden nur bei Mehrfachverletzten für die Behandlung ihrer anderen Verletzungen verwandt.

j) Minderung der Erwerbsfähigkeit

Der Durchschnitt der MdE liegt bei der Entlassung aus dem UKM bei 45,0 %. Nach einem Jahr liegt die erste Dauerrente im Durchschnitt bei 36,1 %, die endgültige Dauerrente nach späteren Änderungen (soweit erfaßbar) bei 30,5 %.

Diese erschreckend hohen Werte ergeben sich aus der großen Zahl der Mehrfachverletzungen (12 von 26) und aus der Tatsache, daß 10 Patienten mit proximaler Unterarmschaftpseudarthrose ohne operative Behandlung mit schlechten Heilergebnissen entlassen werden mußten.

k) Arbeitsplatz - Umschulung

17 Patienten (65,4 %) konnten ihren alten Arbeitsplatz wieder ausfüllen.

8 Patienten (30,8 %) mußten den Beruf wechseln. Von diesen 8 Patienten wurden 2 umgeschult.

Bei einem Patienten liegt kein Abschlußbericht vor. Er hatte ohne Wissen des Arztes das UKM verlassen.

31 Pseudarthrosen nach distalen (handgelenknahen) Unterarmschaftbrüchen (III)

Die Anzahl der Verletzten mit Pseudarthrose nach distalen UA-Schaftbrüchen beträgt 31 (21,1 %). Sie liegt damit nicht wesentlich höher als die Zahl der proximalen UA-Schaftbrüche (17,7 %).

a) Alter und Geschlecht

Tabelle 15

Alter in Jahren	Männer	Frauen	Gesamt	%
11 - 20	5	-	5	16,1
21 - 30	8	-	8	25,8
31 - 40	7	2	9	29,0
41 - 50	2	1	3	9,7
51 - 60	3	2	5	16,2
61 - 70	1	-	1	3,2
Insgesamt	26 (83,9 %)	5 (16,1 %)	31	100 %

Wie aus der Tabelle hervorgeht, sind auch in dieser Gruppe die 21 - 40jährigen Männer am stärksten vertreten.

b) Unfall am Arbeitsplatz oder Wegeunfall

25 Patienten (80,6 %) erlitten den Unfall am Arbeitsplatz, bei 6 Patienten handelt es sich um Wegeunfälle.

c) Unterarmbrüche und Mehrfachverletzungen

Reine Unterarmbrüche liegen in 24 Fällen (77,4 %) vor. 7 Patienten (22,6 %) waren mehrfach, zum Teil erheblich, verletzt.

Von den 31 Patienten wurden 30 nach einer zumeist länger dauernden Erstbehandlung in einem anderen Krankenhaus in das UKM überwiesen. Ein Patient wurde unmittelbar nach dem Unfall im UKM aufgenommen.

d) Komplizierte Brüche, Osteomyelitis und Nervenschädigung

17 Brüche (54,8 %) waren geschlossen. Bei 14 Patienten (45,2 %) gab es komplizierte Brüche.

Von den 31 Patienten trat bei 7 (22,6 %) eine Osteomyelitis auf; davon entfielen 3 auf die offenen und 4 auf die geschlossenen Brüche. Bei den offenen Unterarmbrüchen

mit Osteomyelitis mußte zwei Patienten der Unterarm amputiert werden. Bei dem dritten Patienten gelang die Heilung nach Entfernung der alten Drahtschlinge und anschließender Übungsbehandlung. Schließlich war bei ihm zur Entlassung ein guter knöcherner Durchbau mit befriedigender Beweglichkeit der Hand- und Fingergelenke festzustellen.

Bei den 4 Osteomyelitiserkrankten nach geschlossenen Bruchverletzungen wurde folgendes Ergebnis erzielt: Bei 2 Patienten, von denen einer mit AO-Platte und einer Spongiosaplastik versorgt und der andere nach Entfernung eines alten Marknagels und anschließender Übungsbehandlung behandelt wurde, ist ein guter knöcherner Durchbau erzielt worden.

Ein Patient mußte unterarmamputiert werden. Beim vierten Patienten ist die Eiterung schließlich nach einer Sequesterentfernung zum Stillstand gekommen, der knöcherne Durchbau blieb jedoch aus, der Arm blieb funktionsuntüchtig, die Finger waren teils versteift in der Stellung einer sogenannten "Affenhand". Bei diesem Patienten ist eine weitere plastische Operation zu einem späteren Zeitpunkt vorgesehen.

Nervenverletzungen traten bei 8 Patienten (25,8 %) auf und zwar je 4 bei offenen und geschlossenen Brüchen. Unter den Nervenverletzungen der offenen Brüche blieben bei zwei Patienten die Finger der betroffenen Extremitäten in Überstreckstellung, und zwar beim einen durch Lähmung des N. ulnaris mit N. medianus, beim anderen durch Lähmung des N. radialis mit N. medianus. Bei einem dritten Patienten trat nach einer Nagelung mit autoplastischer Spananlagerung an beiden linken Unterarmknochen eine Plexuslähmung auf; der Arm blieb funktionsuntüchtig und kann nur noch als Klemmhand benutzt werden. Beim vierten Patienten trat wegen einer Quetschung der Sehnen, Blutgefäße und Nerven des rechten Unterarms ein Sensibilitätsausfall ein, der vollständig behoben werden konnte. Der Patient wurde mit gut knöchernem Durchbau entlassen.

Bei den geschlossenen Brüchen kam es zu folgenden Nervenschädigungen: Bei einem Patienten blieben die Finger nach Lähmung der N. ulnaris und N. medianus in sogenannter "Krallenstellung", bei einem anderen nach Lähmung der N. radialis und N. medianus in Beugestellung. Bei einem dritten Patienten mit Lähmung des N. ulnaris und N. medianus blieb der Arm (nach operativer Sequesterentfernung) funktionsuntüchtig. Bei einem vierten Patienten

mit Lähmung des Plexus brachialis des rechten Unterarmes mußte der Unterarm wegen Osteomyelitis amputiert werden.

e) Betroffene Knochen und Seitenhäufigkeit

Tabelle 16

	rechts	%	links	%	Zusammen	
Elle	9 =	29,3 %	3 =	9,7 %	12	38,7 %
Speiche	3 =	9,7 %	4 =	12,9 %	7	22,6 %
Elle + Speiche	7 =	22,6 %	5 =	16,1 %	12	38,7 %
Gesamt	19 =	61,3 %	12 =	38,7 %	31	100 %

Es zeigt sich, daß auch hier die Elle allein oder zusammen mit der Speiche am häufigsten verletzt wurde, hingegen eine Verletzung nur der Speiche seltener vorliegt.

f) Behandlungsmethoden

Tabelle 17

Methode	E.B.	UKM
Amputation	-	4
AO-Platte	-	1
AO-Platte mit Spongiosaplastik	-	2
Drahtschlinge	1	-
Gipsverband	16	-
KIRSCHNER-Draht	1	-
MAATZsche Schraube m. Spanverpfl.	-	1
Marknagelung n. KÜNTSCHER	7	3
Marknagelung n. KÜNTSCHER m. Spanverpfl.	1	3
RUSH-pin	1	2
RUSH-pin m. Spanverpflanzung	-	2
Sehnen- u. Nervenoperation m. Gipsverb.	2	1
Übungsbehandlung	-	12
Unbekannt	1	-
Gesamt	30	31

Wie aus der Tabelle ersichtlich, wurde im UKM bei 12 Patienten nur eine Übungsbehandlung durchgeführt; dazu muß ergänzend bemerkt werden, daß drei Patienten eine vorge-sehene Operation abgelehnt haben, und bei neun weiteren wegen hohen Alters, chronischer Osteomyelitis, anderer schwerer Verletzungen usw. eine Operation nicht möglich war.

Bei den operativen Methoden, die im UKM angewandt wurden, steht die Nagelung an erster Stelle (6mal KÜNTSCHER, 4mal RUSH-pin). Bei handgelenknahen Unterarmbrüchen ist die Nagelung noch immer am meisten erfolgversprechend. Von den vier Patienten, bei denen eine Amputation vorgenommen werden mußte, erhielt einer eine plastische Mittelhand, die durch mehrere operative Eingriffe gebildet wurde. Ein anderer Patient erhielt einen sogenannten "HOOK-Arm". Zwei Patienten bekamen einen Kunstarm.

Die AO-Platte wurde 3mal angewandt, wobei es jedesmal zu einem guten knöchernen Durchbau kam. Ein Verletzter wurde unmittelbar nach dem Unfall im UKM aufgenommen.

g) Behandlungsdauer

Tabelle 18

Methode	Zahl d.Be-	Behandlungsdurch-
	handelten	schnitt in Wochen
Amputation	4	29,00
AO-Platte	3	38,67
MAATZsche Schraube	1	55,00
Marknagelung n. KÜNTSCHER	6	34,67
RUSH-pin	4	40,25
Sehnen- und Nervenoperation	1	41,00
Übungsbehandlung	12	16,92
Gesamt	31	29,03

Wie schon bei den Pseudarthrosen nach proximalen Unterarm-schaftbrüchen so ist auch hier der niedrige Wochendurchschnitt bei der Übungsbehandlung darauf zurückzuführen, daß die aufgeführten 12 Patienten nicht operiert werden wollten (3mal) oder konnten (9mal) und nach einigen Wochen Übungsbehandlung entlassen wurden.

Die längste Verweildauer im UKM hatte ein Patient mit 55 Wochen nach einer rechten Ellenpseudarthrose. Bei ihm wurde zunächst eine Behandlung mit MAATZscher Schraube, Oberarmgips und Übungsbehandlung durchgeführt. Bei einer Sportübung kam es dann zu einem Abriß der Strecksehne des 4. Fingerendgelenkes. Nach weiterer vierwöchiger Gipsbehandlung blieb der Finger in Beugestellung bei 150° versteift.

Übersicht über die Behandlungsdauer bei der Erstbehandlung und im UKM:

Tabelle 19

	Durchschnitt i. Wochen	Bereich v. niedr. bis höchster Behandl.- Dauer in Wochen
Erstbehandlung	28,60	3 - 95
UKM-Behandlung	29,03	1 - 59

h) Behandlungsergebnis

Tabelle 20

Methode	Zahl	anat.	funkt.
Amputation	4	-	(2,8)
AO-Platte	3	1,0	2,7
MAATZsche Schraube	1	1,0	4,0
Marknagelung n. KÜNTSCHER	6	1,0	2,8
RUSH-pin	4	1,3	3,3
Sehnen- u. Nervenoperation	1	1,0	4,0
Übungsbehandlung	12	1,6	3,1
Gesamt	31	1,3	3,0

Ein Vergleich der verschiedenen Behandlungsmethoden im Hinblick auf das Behandlungsergebnis kann sowohl aus statistischen Gründen wie auch wegen der großen Anzahl von Nervenschädigungen nicht vorgenommen werden.

i) Orthopädische Apparate

Insgesamt wurden 14 (45,2 %) Verletzte am Unterarm mit orthopädischen Apparaten versorgt. Davon erhielten 3 Patienten (9,7 %) nur vorübergehend orthopädische Apparate und zwar zwei Patienten einen Unterarm-Hülsenapparat und ein Patient einen Ober- und Unterarmhülsenapparat. Von den weiteren 11 Patienten, die endgültig mit ortho-

pädischen Apparaten versorgt wurden, erhielten zwei eine Ledermanschette.

2 Patienten bekamen je einen Unterarm-Stützapparat und 3 Patienten erhielten Unterarmhülsen.

Bei den amputierten Patienten wurde für zwei Patienten je eine Kunstarmprothese hergestellt, und einer erhielt einen sogenannten "HOOK-Arm".

Nach der Versorgung einer Pseudarthrose der rechten Elle mit Schädigung des N. ulnaris und N. medianus erhielt ein Patient eine Nachtschiene zur Streckung der Finger. 2 weitere Patienten erhielten wegen ihrer Mehrfachverletzungen orthopädische Schuhe, Beinprothese und Gehstöcke.

j) Minderung der Erwerbsfähigkeit

Die MdE liegt im Durchschnitt aller 31 Fälle bei 46,3 %. Sie ist bestimmt durch die hohe Zahl der Dauerschädigungen durch Nervenverletzungen (siehe d)) und durch erhebliche Mehrfachverletzungen. Das wird durch die noch immer sehr hohe 1. Dauerrente nach einem Jahr unterstrichen, die bei 39,9 % liegt. Spätere Änderungen liegen, soweit erfaßbar, bei 39,5 %.

k) Arbeitsplatz - Umschulung

Von 31 Patienten kehrten 11 (36,7 %) auf ihren alten Arbeitsplatz zurück, 13 (41,9 %) wechselten ihren Arbeitsplatz, davon 4 (12,9 %) nach Umschulung.

2 Patienten (6,5 %) wurden Rentner; 1 Patient (3,2 %) war noch Lehrling. Bei der Entlassung hatten 2 Patienten (6,5 %) noch keine Arbeitsplätze, für sie wurde die Berufshilfe eingeleitet; bei 2 weiteren Verletzten (6,5 %) sind die Arbeitsplätze nicht bekannt.

90 Pseudarthrosen nach Unterarmschaftbrüchen im mittleren
Drittel (II)

Die im folgenden analysierten 90 Pseudarthrosen (61,2 %) nach mittleren Unterarmschaftbrüchen bilden den Hauptteil der gesamten Untersuchung.

Angesichts der hohen Zahl sind im Gegensatz zu den Untersuchungen der vorherbesprochenen Gruppen diesmal Ergebnisse von einer gewissen Aussagekraft zu erwarten.

Zunächst soll wieder eine Aufschlüsselung nach Alter und Geschlecht vorgenommen werden.

a) Alter und Geschlecht

Tabelle 21

Alter in Jahren	Männer	Frauen	Gesamt	%
11 - 20	3	-	3	3,3
21 - 30	31	1	32	35,6
31 - 40	24	3	27	30,0
41 - 50	14	1	15	16,7
51 - 60	9	2	11	12,2
61 - 70	2	-	2	2,2
Insgesamt:	83 (92,2 %)	7 (7,7 %)	90	100 %

Es bestätigt sich auch hier, daß die Gruppe der 21 - 40 Jahre alten Männer (55 = 61 %) am stärksten betroffen ist.

b) Unfall am Arbeitsplatz oder Wegeunfall

Bei 55 Patienten (61,1 %) entstanden die Bruchverletzungen am Arbeitsplatz.

35 Patienten (38,9 %) erlitten einen Wege- bzw. Verkehrsunfall.

c) Unterarmbrüche und Mehrfachverletzungen

Bei 70 Patienten (77,8 %) handelt es sich um reine Unterarmbrüche. 20 Patienten (22,2 %) erlitten Mehrfachverletzungen.

d) Komplizierte Brüche, Osteomyelitis und Nervenschädigung

64 Brüche (71,1 %) waren geschlossen; bei 26 Verletzungen (28,9 %) handelt es sich um offene Brüche.

Bei 14 Patienten (15,6 %) kam es zu Vereiterungen.

11 Patienten (12,2 %) erlitten Nervenschädigungen.

d.) Komplikationsbrüche und Osteomyelitis

Tabelle 22

Art der Verletzung	Seitige Art	Behandlung im I. Weltkrieg	Heilung	Nr.	a. f.	Polizei	MGE	Orthoped. App.
Fistelleiterung u. Osteomyelitis	li. off.	Sequestrot. + F.R. + G.V. + U.B. + Bäder	ja	26	2	4	Handgel. steif	40 %
Fistelleiterung u. Osteomyelitis	li. off.	Sequestrot. + F.R. + G.V. + U.B. + Bäder - Op. später	ja	28	2	4	Handgel. u. Finger steif	20 %
Fistelleiterung u. Osteomyelitis	li. geschl. U.B.	AO-Platte entfernt + F.R. + U.B.	ja	46	1	2	-	30 %
Fistelleiterung u. Osteomyelitis	re. off.	Bäder + U.B.	ja	6	2	4	-	50 %
Fistelleiterung u. Osteomyelitis	li. off.	Sequestrot. + F.R. + M.B. + U.B.	ja	28	1	2	-	30 %
Fistelleiterung u. Osteomyelitis	re. geschl. Bäder + U.B.	AO-Platte + F.R. - Entf. + U.B.	ja	31	2	3	behinderter Faustschluß	50 %
Osteomyelitis	re. off.	Spongiosa-Verpflanzung + U.B.	ja	19	1	4	Finger versteift	60 %
Osteomyelitis m. Zerst. n. Sequesterentf.	li. geschl. U.B.	Hautpl. + F.R. + M.N. + G.V. + U.B. + Bäder; Marknagelung wird abgelehnt	ja	5	2	4	Finger teilw. versteift	Schienenhilfen-Apparat
Fistelleiterung	re. geschl. U.B.	Hautpl. + F.R. + M.N. + G.V. + U.B.	ja	40	1	4	Ellbogengel. verst. d. Arthr. d. 30 %	-
Fistelleiterung	re. geschl. U.B.	Knochenspanentf. + F.R. + U.B.	ja	53	2	4	-	40 %
Fistelleiterung	re. off.	F.R. + U.B. - Op. später	ja	1	2	4	-	50 %
Fistelleiterung	re. geschl. + Nagelentf.	Marknagelung + F.R.	ja	99	1	3	-	40 %
Pedenfisteln der Weichteile	li. off.	F.R. + AO-Platte + U.B.	ja	15	1	3	-	30 %
Wundenheilung	li. off.	U.B. + Bäder - Op. abgelehnt	ja	19	2	4	-	40 %

d.) Komplizierte Brüche und Nervenschädigung

Tabelle 23

Nervenverletzung	Seite	Art	Behandlung im UKM	Heilung	Wo. a.	f. Folgen	MdE	Orthopäd. App.
N. radialis	re.	gschl.	Rush-pin + PHEMISTER-Sp. + G.V. + Ü.B.	nein	27	1 4 steife Finger	50 %	-
N. radialis	re.	off.	Marknag.n.K. + Spanverpfl. + G.V. + Ü.B.	nein	26	2 4 steife Finger	40 %	UA-Schiene mit Einsteckplatte
N. radialis (+Faden-li. fistel d.Weicht.)	li.	off.	F.R. + AO-Platte + Ü.B.	ja	15	1 3 Beugehemmung d.I. u. II. P.G.	30 %	
N. ulnaris	li.	gschl.	Rush-pin + G.V. + Ü.B.	ja	24	1 2 -	30 %	-
N. ulnaris	re.	gschl.	Ü.B.	ja	9	1 1 -	30 %	-
N. radialis N. ulnaris	re.	gschl.	AO-Platte m. Spong.-Pl. Ü.B.	ja	41	1 2 -	60 %	-
N. medianus	li.	off.	Ü.B.	nein	6	2 4 Bajonettstell.d. Fing. +Sens. Ausf.	50 %	-
N. medianus	re.	off.	AO-Platte m. Spong.-Plastik + Ü.B.	nein	19	1 4 gebrauchsunf. Arm = Beihand	60 %	-
Teilplexuslähmung	li.	gschl.	Ü.B. (Op. keine Besserung)	nein	11	2 4 gebrauchsunf. Arm = Krallenhand	60 %	-
Teilplexuslähmung	li.	off.	AO-Platte + Ü.B.	nein	21	1 4 Beugeschennausf. = Beihand	40 %	-
Teilplexuslähmung (+ Osteomyelitis)	re.	gschl.	AO-Platte + Fisteleit. + AO-Pl.-Entf. + Ü.B.	nein	31	2 3 Faustschlußbehinderung	50 %	-

Die Tabelle weist aus, daß bei 6 Patienten eine Fisteleiterung und Osteomyelitis bestanden hat. Eine Sequestrotomie mit Fistelrevision wurde dreimal durchgeführt, zweimal wurde eine AO-Platte entfernt, ein Patient wurde nur mit Bädern und Übungsbehandlung versorgt (womit auch die anderen Patienten zusätzlich behandelt wurden).

Die Vereiterungen wurden bei allen Patienten ausgeheilt. Bei drei Patienten blieben Folgen zurück (Handgelenk steif; Handgelenk und Finger steif; behinderter Faustschluß).

Bei 2 Verletzten bestand eine Osteomyelitis (ohne Fisteleiterung), sie wurden mit AO-Platte und Spongiosapflanzung bzw. nur mit Übungsbehandlung versorgt, bei ihnen blieben die Finger ganz bzw. teilweise versteift.

5 Fisteleiterungen traten auf und eine Wundeiterung, nur in einem dieser Fälle blieb als Folge eine Ellengelenkversteifung zurück. Bei allen anderen Patienten verheilte die Vereiterung folgenlos.

Nervenverletzungen traten bei 11 Patienten (12,2 %) auf. Betroffen waren N. radialis (3mal), N. ulnaris (2mal),

N. radialis zusammen mit N. ulnaris (1mal), N. medianus (2mal) und drei Teilplexuslähmungen.

Dauerschäden von mittlerer Behinderung der Gelenkfähigkeit bis zur völligen Gebrauchsunfähigkeit des Arms blieben bei 8 Patienten zurück.

e) Betroffene Knochen und Seitenhäufigkeit

Tabelle 24

Knochen	re.	%	li.	%	Zusammen
Elle	14	= 15,6	19	= 21,1	33 = 36,7 %
Speiche	10	= 11,1	17	= 18,9	27 = 30,0 %
Elle + Speiche	13	= 14,4	17	= 18,9	30 = 33,3 %
Gesamt	37	= 22,3	53	= 31,9	90 = 100 %

Wie aus der Tabelle 24 ersichtlich, ist die Zahl der Verletzten an der rechten Seite 37 (22,3 %), an der linken Seite 53 (31,9 %).

Der am stärksten betroffene Knochen ist die linke Elle bei 19 (21,1 %) und die rechte Elle bei 14 Verletzten (15,6 %).

Brüche beider Unterarmknochen kamen rechts 13mal (= 14,4 %) und links 17mal (= 18,9 %) vor.

f) Behandlungsmethoden

Tabelle 25

Methode	E.B.	UKM
A0-Platte	2	23
A0-Platte mit Spanverpflanzung	-	9
Drahtschlinge	5	-
Drahtschlinge mit Spanverpflanzung	1	4
Gipsverband	37	2
LANEsche Platte	2	-
MAATZsche Schraube	-	1
Marknagelung nach KÜNTSCHER	25	5
Marknagelung n. KÜNTSCHER m. Spanverpfl.	6	17
RUSH-pin	5	2
RUSH-pin mit Spanverpflanzung	2	1
Spanverpflanzung n. PHEMISTER	2	4
Unbekannt	2	-
Übungsbehandlung	-	22
Gesamt	90	90

Operativ wurden 66 Patienten im UKM behandelt (73,3 %).

Bei der Verwendung operativer Behandlungsmethoden im UKM können bei den hier vorliegenden Krankengeschichten 2 Phasen unterschieden werden.

Bis 1964 wurde die Marknagelung nach KÜNTSCHER unter Umständen mit zusätzlicher Spanverpflanzung (aus Schienbein oder Beckenkamm) bevorzugt. Seit 1964 setzt sich im UKM die Schweizer AO-Druckplatten-Osteosynthese rasch durch.

Von den 33 Patienten, die vor 1964 operativ versorgt wurden, sind 22 mit KÜNTSCHER-Nagelung (davon 17 mit Spanverpflanzung), 4 mit Drahtschlingen und Spanverpflanzung, 3 mit RUSH-pin (davon 1 Spanverpflanzung, 4 mit PHEMISTER-Spanverpflanzung und 1 mit MAATZscher Schraube) versorgt worden.

Seit 1964 wurde als operatives Verfahren bei Unterarmschaftbrüchen im unteren Drittel mit nachfolgender Pseudarthrose mit einer Ausnahme die AO-Platte verwandt (32mal). Bei der Ausnahme handelt es sich um eine 47jährige Diabetikerin, die 1966 mit KÜNTSCHER-Nagelung behandelt wurde.

Von den 32 Patienten, die mit AO-Platte behandelt wurden, wurde bei 9 eine Spanverpflanzung vorgenommen.

Das AO-Plattenverfahren wurde auch 2mal bei der Erstbehandlung in anderen Krankenhäusern angewandt, die Patienten wurden mit Pseudarthrose und Osteomyelitis in das UKM

eingeliefert, wo nach erneuter Versorgung mit AO-Platten die Osteomyelitis zum Stillstand und die Pseudarthrose zur Heilung mit knöchernem Durchbau kam.

Konservativ wurden 24 Patienten im UKM behandelt (26,7 %). Bei 2 Verletzten wurde nur ein Gipsverband angelegt; bei 22 Patienten wurde nur Übungsbehandlung vorgenommen. Von diesen 22 Patienten haben genau die Hälfte, also 11 Patienten eine Operation abgelehnt. Bei 4 Patienten konnte wegen chronischer Osteomyelitis oder wegen schwerer Mehrfachverletzungen keine Operation vorgenommen werden. Bei 7 Patienten konnte keine Besserung durch eine Operation prognostiziert werden.

g) Behandlungsdauer

Tabelle 26

Methode	Zahl	Durchsch. i. Wo.
AO-Platte	32	23,4
Drahtschlinge	4	33,0
Gipsverband	2	24,0
MAATZsche Schraube	1	30,0
Marknagelung n. KÜNTSCHER	22	30,4
RUSH-pin	3	30,3
Spanverpflanzung n. PHEMISTER	4	35,3
Übungsbehandlung	22	10,0
Gesamt	90	23,1

Die längste Dauer liegt bei den Patienten vor, die mit Spanverpflanzung nach PHEMISTER (Durchschnitt 35,3 Wochen) und mit Drahtschlinge (Durchschnitt 33,0 Wochen) behandelt wurden.

Die Marknagelung nach KÜNTSCHER, die MAATZsche Schraube und der RUSH-pin liegen mit ca. 30 Wochen im Durchschnitt ziemlich gleich.

Von den operativen Behandlungsmethoden hebt sich die AO-Platte mit einem Wochendurchschnitt von 23,4 deutlich ab.

Der niedrigste Wochendurchschnitt liegt mit 10,0 wiederum bei der Übungsbehandlung vor. Wie in den vorhergehenden Analysen muß auch hier darauf hingewiesen werden, daß dieser Wert davon abhängt, daß die so versorgten Patienten (hier 22) aus den verschiedensten Gründen ohne Operation nach einigen Wochen Übungsbehandlung aus dem UKM entlassen wurden.

Die folgende Übersicht über die Behandlungsergebnisse zeigt auch, daß bei der Übungsbehandlung und bei den beiden Patienten, die nur mit einem Gipsverband versorgt wurden, die Behandlungsergebnisse schlecht sind.

Abschließend zu diesem Punkt wird wiederum eine Übersicht über die (aus schon genannten Gründen nicht vergleichbaren) Behandlungsdauer bei der Erstbehandlung und im UKM gegeben werden:

Tabelle 27

	Durchschnitt i. Wochen	Bereich v. niedr. bis höchst. Behndl. D. i. Wo
Erstbehandlung	50,7	2 - 468
UKM-Behandlung	23,1	1 - 99

h) Behandlungsergebnis

Tabelle 28

Methode	Zahl	anat.	funkt.
A0-Platte	32	1,1	2,3
Drahtschlinge	4	1,3	2,5
Gipsverband	2	2,0	4,0
MAATZsche Schraube	1	1,0	3,0
Marknagelung n. KÜNTSCHER	22	1,1	2,6
RUSH-pin	3	1,0	3,3
Spanverpflanzung n. PHEMISTER	4	1,0	3,0
Übungsbehandlung	22	1,7	3,4
Gesamt	90	1,3	2,7

Die besten anatomischen Behandlungsergebnisse zeigen MAATZsche Schraube, RUSH-pin und Spanverpflanzung nach PHEMISTER (zusammen 8 Patienten).

AO-Platte (32 Patienten) und KÜNTSCHER-Nagelung (22 Patienten) liegen jedoch auch noch sehr günstig.

Das schlechteste anatomische Ergebnis liegt bei der Übungsbehandlung und bei den beiden Gipsverbänden. Hierauf wurde bereits schon hingewiesen.

Das beste funktionelle Ergebnis ist nach Behandlung mit der AO-Platte zu verzeichnen.

Über die Ergebnisse der Übungsbehandlung ist das Wesentliche schon wiederholt ausgeführt worden.

i) Orthopädische Apparate

Tabelle 29

Art der orthopädischen Apparate	Zahl	%
Unterarmschienenhülsen-Apparat	18	20,0
Ober- u. Unterarmschienenhülsen-Apparat	1	1,1
Unterarmschiene m. Einsteckplatte	1	1,1
Unterarmmanschette	1	1,1
Unterarm-Drehprothese	1	1,1
zusammen	22	24,4
Orthopädisches Schuhwerk	6	6,7
Beinprothese	1	1,1
Obersch.-Hülsen-Doppelschienenstütz-App.	1	1,1
zusammen	8	8,9
Gesamt	30	33,3

Von den 18 Patienten, die einen Unterarm-Schienenhülsen-Apparat erhielten, sollten ihn 5 Verletzte nur vorübergehend und 2 nur bei der Arbeit benutzen.

8 Patienten erhielten orthopädische Apparate wegen anderer Verletzungen (Mehrfachverletzungen).

j) Minderung der Erwerbsfähigkeit

In 86 Fällen ist in den Krankengeschichten eine Minderung der Erwerbsfähigkeit angegeben. Sie liegt bei der Entlassung im Durchschnitt bei 39,5 %. Nach einem Jahr beträgt sie 34,3 %. Soweit erfaßbar, liegt die MdE nach späteren Änderungen bei Festlegung der endgültigen Dauerrente bei 31,2 %. Insgesamt gesehen ist die Minderung der Erwerbsfähigkeit ziemlich groß.

k) Arbeitsplatz - Umschulung

Von den 90 Verletzten, die eine Unterarmschaftpseudarthrose im mittleren Drittel erlitten, wurden nach der Entlassung aus dem UKM 56 (62,2 %) an ihrem alten Arbeitsplatz beschäftigt.

Einen anderen Arbeitsplatz erhielten 17 Patienten (18,9 %), davon wurden 4 (4,4 %) umgeschult.

Von den übrigen 17 Patienten fanden 6 keinen Arbeitsplatz, 3 wurden Rentner, 3 Patienten waren Schüler bzw. Student, bei 5 Patienten ist über einen Arbeitsplatz nichts bekannt.

Zusammenfassende Statistik

Im ersten Teil der Arbeit wird ein Überblick über die Grundlagen der normalen und der verzögerten Knochenbruchheilung sowie über die Formen und die Entstehung der Pseudarthrosen gegeben. Anschließend werden die Behandlungsmethoden erläutert.

Im zweiten Teil der Arbeit wird über die Ergebnisse der Nachbehandlung des Unfallkrankenhauses Murnau bei verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrosenentstehung nach Unterarmfrakturen berichtet.

a) Untersuchungsgut

Vom Februar 1953 bis zum Januar 1968 wurden im Unfallkrankenhaus Murnau 166 Patienten mit Zustand nach Unterarmbrüchen stationär nachbehandelt. 19 Patienten wiesen eine verzögerte Kallusbildung im Bruchbereich auf, bei 147 Patienten fand sich eine Pseudarthrose.

b) Alter und Geschlecht

Betroffen waren 150 Männer und 16 Frauen. Das im Durchschnitt unfallträchtigste Alter lag zwischen 21 und 30 Jahren.

Tabelle 30

Alter in Jahren	Männer	Frauen	Gesamtzahl	%
11 - 20	12	-	12	7,2
21 - 30	54	2	56	33,7
31 - 40	37	6	43	26,0
41 - 50	24	2	26	15,7
51 - 60	19	5	24	14,4
61 - 70	4	-	4	2,4
71 - 80	-	1	1	0,6
Gesamt	150 (90,4%)	16 (9,6%)	166	100 %

c) Berufe

Dem Arbeiterstand gehörten 99 Patienten an, einen ebenfalls sehr hohen Anteil am Verletztengut stellten die Handwerker mit 52 Personen.

Tabelle 31

Berufe	männlich		weiblich	
	Zahl	%	Zahl	%
Arbeiter	85	51,2	14	8,4
Handwerker	52	31,4	-	-
Landwirte	6	3,6	1	0,6
Angestellte, Beamte	3	1,8	1	0,6
Schüler, Lehrlinge, Student	4	2,4	-	-
Gesamt	150	90,4	16	9,6

d) Unfallhergang

100 Patienten erlitten einen Arbeitsunfall, 66 Personen einen Wegeunfall.

Tabelle 32

Unfallart	verzög.K.B.		Pseudarthrosen						Gesamt	
	Zahl	%	I		II		III		Zahl	%
			Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%		
Arbeitsunfall	9	5,4	11	6,6	55	33,1	25	15,1	100	60,2
Wegeunfall	10	6,0	15	9,0	35	21,1	6	3,6	66	39,8
Gesamt	19	11,4	26	15,7	90	54,2	31	18,7	166	100 %

Bei den Arbeitsunfällen wurden die meisten Verletzungen durch Maschinen und Geräte mitverursacht, in der Häufigkeit am nächsten folgten Schäden durch Stürze, Schlag oder Druck.

Tabelle 33

Unfall am Arbeitsplatz durch	Zahl	%
Maschinen	50	30,1
Sturz aus großer Höhe (3-10 Meter)	9	5,4
Sturz aus geringer Höhe (unter 3 Meter)	10	6,0
Schlag oder Druck, schwere Gewichte	23	13,9
Tiere, Schlag, Druck Biß	5	3,0
Explosion	3	1,8
Gesamt	100	60,2

Bei den Wegeunfällen waren 58 Patienten selbst motorisiert, 7 Verletzte waren Fußgänger.

Tabelle 34

Unfall im Straßenverkehr durch	Zusammenstoß	Sturz	zusammen	
			Zahl	%
Auto	6	7	13	7,9
Motorrad	19	12	31	18,7
Fahrrad	4	8	12	7,2
Zug	-	1	1	0,6
Landwirtschaftliche Fahrzeuge	-	2	2	1,2
Fußgänger	6	1	7	4,2
Gesamt	35	31	66	39,8

e) Bruchfolgen

Bei den 166 Unterarmfrakturen handelte es sich 123mal um reine Brüche im Bereich des Unterarms, 43 Patienten hatten sich jedoch noch weitere Verletzungen zugezogen. Sowohl in der Patientengruppe mit der verzögerten Kallusbildung als auch bei den Personen, die eine Pseudarthrose im Frakturbereich aufwiesen, waren die Brüche in der Mitte des Unterarms am häufigsten. Fast zwei Drittel aller Frakturen wurden dort gefunden.

Tabelle 35

	Einf.-Verletz.		Mehrf.-Verletz.		gesamt	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
verzög.Kallusbldg.	15	9,0	4	2,4	19	11,4
Pseudarthrose I	14	8,4	12	7,2	26	15,7
Pseudarthrose II	70	42,2	20	12,0	90	54,2
Pseudarthrose III	24	14,5	7	4,2	31	18,7
Gesamt	123	74,1	43	25,9	166	100 %

Am häufigsten war die Elle allein gebrochen, relativ häufig fanden sich gemeinsame Frakturen von Elle und Speiche, die alleinige Speichenfraktur war vergleichsweise seltener. Deutlich zeigte sich ein Überwiegen der linksseitigen Verletzungen.

Tabelle 36

	Elle		Speiche		Elle + Speiche		rechts		links	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
Verzög.Kallusb.	5	3,0	3	1,8	11	6,6	9	5,4	10	6,0
Pseudarthr. I	21	12,7	1	0,6	4	2,4	11	6,6	15	9,0
Pseudarthr. II	33	19,9	27	16,2	30	18,1	37	22,3	53	32,0
Pseudarthr. III	12	7,2	7	4,2	12	7,2	19	11,5	12	7,2
Gesamt	71	42,8	38	22,9	57	34,3	76	45,8	90	54,2

107 Brüche waren geschlossen, 59 Frakturen waren offen.

27 Patienten erlitten eine Osteomyelitis, bei 22 Personen waren Nervenschädigungen aufgetreten.

Tabelle 37

	geschlossen		offen		gesamt		Osteomyel.		Nervenschäd.	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
verzög.K.B.	12	7,2	7	4,2	19	11,4	-	-	2	3,0
Pseudarth.I	14	8,4	12	7,2	26	15,7	6	3,6	1	0,6
Pseudarth.II	64	38,6	26	15,7	90	54,3	14	8,4	11	6,6
Pseudarth.III	17	10,2	14	8,4	31	18,7	7	4,2	8	4,8
Gesamt	107	64,4	59	35,5	166	100	27	16,2	22	13,2

f) Behandlung

Bei der Aufnahme im Unfallkrankenhaus Murnau war bei den meisten Patienten ein relativ langer Zeitraum seit der außerhalb erfolgten Erstbehandlung verstrichen. Im Durchschnitt liegen zwischen Erst- und Nachbehandlung 14,9 Monate, als längster Zeitraum wurden 183 Monate (über 15 Jahre !) ermittelt.

Tabelle 38

Art der Verletzung	Zahl der Verletzten	Durchschn. Dauer zwischen Erstbeh.u.UKM in Monaten	kürzester u. längster Zeitr.zw. Erstb.u. UKM in Mo.
verzög. Kallusbildung	19	11,2	4 - 21
Pseudarthrose I	26	11,2	2 - 48
Pseudarthrose II	90	18,2	1 - 183
Pseudarthrose III	31	10,8	0 - 45
Gesamt	166	14,9	0 - 183

Die Behandlungsmethoden sind in der nachstehenden Tabelle 39 aufgeführt. Die operativen Methoden überwiegen bei weitem. Am häufigsten wurde das AO-Plattenverfahren angewandt, das ja erst seit 1963 in vollem Umfang im UKM zur Verwendung kam. Die Marknagelung nach KÜNTSCHER war eine ebenfalls häufig vorgenommene Maßnahme, die Versorgung mit dem RUSH-pin folgte an nächster Stelle. Über 30 % der Patienten wurden auch mit Übungsbehandlung therapiert. Ein Mal war eine Operation von Sehnen und Nerven notwendig.

Tabelle 39

Methode	verz.Kallusb.	Pseudarthrose			gesamt	
		I	II	III	Zahl	%
Amputation	-	-	-	4	4	2,4
AO-Platte	-	6	32	3	41	24,7
Drahtschlinge	-	-	4	-	4	2,4
KIRSCHNER-Draht	-	1	-	-	1	0,6
MAATZsche Schraube	-	2	1	1	4	2,4
Marknagelung n.KÜNTSCHER	3	4	22	6	35	21,1
RUSH-pin	1	2	3	4	10	6,0
Spanplastik n.PHEMISTER	-	1	4	-	5	3,0
Sehnen- u.Nervenoperat.	-	-	-	1	1	0,6
Gipsverband	2	-	2	-	4	2,4
Übungsbehandlung	13	10	22	12	57	34,3
Gesamt	19	26	90	31	166	100 %

Die Behandlungsdauer betrug im Durchschnitt 23,7 Wochen. Naturgemäß mußte der Patient mit der Sehnen- und Nervenoperation am längsten behandelt werden, hingegen benötigten die konservativ therapierten Patienten nur 12,6 (Übungsbehandlung) bzw. 15,5 Wochen (Gipsverband). Die handgelenksnahen Pseudarthrosen erfordern eine längerdauernde Therapie als die anderen aufgeführten Fehlleistungen.

Tabelle 40

Behandlungsmethode	verzüg. Kallusbildung	Pseudarthrose			Wochen- durchschn.
		I.			
		Zahl	Wo.-D.	Zahl	
Amputation	-	-	-	-	29,0
AO-Platte	-	6	28,7	32	23,4
Drahtschlinge	-	-	-	4	33,0
Gipsverband	2	7,0	-	2	24,0
KIRSCHNER-Draht	-	-	33,0	-	-
MAATZsche Schraube	-	2	37,0	1	30,0
Marknagelung n. KÜNTSCHER	3	32,3	30,5	22	30,4
RUSH-pin	1	54,0	42,5	3	30,3
Sehnen- u. Nervenoperat.	-	-	-	-	41,0
Spanplastik n. PHEMISTER	-	-	31,0	4	35,3
Übungsbehandlung	13	15,4	9,8	22	10,0
Gesamt	19	19,2	23,5	90	23,1
				31	29,0
				12	16,92
					23,8

g) Ergebnis

1. anatomisch: Wenn man von den Amputationen absieht, waren mit Ausnahme des KIRSCHNER-Drahtes die operativen Methoden den konservativen Therapiemöglichkeiten (Gipsverband, Übungsbehandlung) sämtlich weit überlegen.

Tabelle 41

Methode	verz.K.B.		Pseudarthrosen				Durchschnitt	
	Zahl	AE	I Zahl	AE	II Zahl	AE	III Zahl	AE
Amputation	-	-	-	-	-	-	4	∅ (2,0)
AO-Platte	-	-	6	1,0	32	1,1	3	1,0
Drahtschlinge	-	-	-	-	4	1,3	-	-
KIRSCHNER-Draht	-	-	1	2,0	-	-	-	-
MAATZsche Schr.	-	-	2	1,0	1	1,0	1	1,0
Markn.n.KÜNTSCH.	3	1,0	4	1,0	22	1,1	6	1,0
RUSH-pin	1	1,0	2	1,0	3	1,0	4	1,3
Spanpl.u.PHEM.	-	-	1	1,0	4	1,0	-	-
Sehnen-u.Nerv.	-	-	-	-	-	-	1	1,0
Gipsverband	2	1,5	-	-	2	2,0	-	-
Übungsbehandlung	13	1,1	10	2,0	22	1,7	12	1,6
Gesamt	19	1,1	26	1,4	90	1,3	31	1,3

AE = anatomisches Ergebnis

2. funktionell: Das funktionelle Ergebnis ist gegenüber dem anatomischen Resultat von übergeordneter Bedeutung. Die Erfolge der operativen Vorgehen heben sich hier nicht so sehr von den Resultaten bei konservativer Therapie ab. Das spricht für die gute Indikationsstellung bezüglich der vorgesehenen Behandlungsmaßnahmen. Die AO-Platte zeigt jedoch die besten Ergebnisse.

Tabelle 42

Methode	verz.K.B.		Pseudarthrosen								Durchschnitt FE
	Zahl	FE	I		II		III		FE		
			Zahl	FE	Zahl	FE	Zahl	FE			
Amputation	-	-	-	-	-	-	4	(2,8)	(2,8)		
AO-Platte	-	-	6	2,0	32	2,3	3	2,7	2,3		
Drahtschlinge	-	-	-	-	4	2,5	-	-	2,5		
KIRSCHNER-Draht-	-	-	1	4,0	-	-	-	-	4,0		
MAATZsche Schr.-	-	-	2	2,0	1	3,0	1	4,0	2,8		
Markn.n.KÜNT.	3	3,0	4	1,8	22	2,6	6	2,8	2,5		
RUSH-pin	1	4,0	2	3,5	3	3,3	4	3,3	3,4		
Spanpl.n.PHEM.	-	-	1	3,0	4	3,0	-	-	3,0		
Sehnen-u.Nerv.	-	-	-	-	-	-	1	4,0	4,0		
Gipsverband	2	3,0	-	-	2	4,0	-	-	3,5		
Übungsbeh.	13	2,7	10	3,2	22	3,4	12	3,1	3,1		
Gesamt	19	2,8	26	2,6	90	2,7	31	3,0	2,8		

F.E = funktionelles Ergebnis

3. orthopädisch: 43 Patienten mußten mit orthopädischen Apparaten versorgt werden, die ursächlich durch die Unterarmfrakturen bedingt waren. Diese Vorrichtungen mußten jedoch zum Teil nur vorübergehend benutzt werden. Andere orthopädische Hilfsmittel wurden von 14 Patienten benötigt, die mehrfachverletzt waren.

Tabelle 43

Art der orthop.Apparate	verz.K.B.	Pseudarthrosen			gesamt	
		I	II	III	Zahl	%
Unterarmhülse	1	-	18	5	24	14,5
Ober- und Unterarmhülse	2	-	1	1	4	2,4
Ledermanschette	1	-	1	2	4	2,4
Arbeitsschutzkappe mit Handschuhen	1	-	-	-	1	0,6
Flexiglasschiene mit Aufhängevorrichtung	1	-	-	-	1	0,6
Unterarm-Mittelhandschiene	1	-	1	1	3	1,8
Unterarm-Stützapparat	-	-	-	2	2	1,2
Unterarmdrehprothese (Kunstarm)	-	-	1	2	3	1,8
"HOOK"-Arm	-	-	-	1	1	0,6
Gesamt	7	-	22	14	43	25,9
andere orthopäd.Apparate	-	4	8	2	14	8,4

4. sozial: Erfreulich ist, daß mehr als die Hälfte der Patienten, nämlich 57,2 % (95 Personen) wieder an ihren alten Arbeitsplatz zurückkehren konnten. Weitere 44 Verletzte fanden neue Arbeitsplätze (Umschulung !). Nur 5,4 % der Patienten (9 Personen) haben keine Arbeitsmöglichkeit erhalten.

Tabelle 44

Beschäftigung	verz.K.B.	Pseudarthrosen			gesamt	
		I	II	III	Zahl	%
alter Arbeitsplatz	11	17	56	11	95	57,2
neuer Arbeitsplatz	6	8	17	13	44	26,5
ohne Arbeitsplatz	1	-	6	2	9	5,4
Rentner	1	-	3	2	6	3,6
Lehrlinge, Studenten						
Schüler	-	-	3	1	4	2,4
unbekannt	-	1	5	2	8	4,8
Gesamt	19	26	90	31	166	100
Umschulung	-	2	4	4	10	6,0

Die Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) war ziemlich hoch, sie betrug bei der Entlassung aus dem Unfallkrankenhaus Murnau 41,6 %, die Dauerrente lag immerhin noch im Durchschnitt bei 32,4 %.

Tabelle 45

MdE in %	verz. K.B.	Pseudarthrosen			gesamt
		I	II	III	
bei der Entlassung	36,8	45,0	39,5	46,3	41,6
nach einem Jahr	31,8	36,1	34,3	39,9	35,7
spätere Änderung	29,6	30,5	31,2	39,5	32,4

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde über die Ergebnisse der Nachbehandlung des Unfallkrankenhauses Murnau bei verzögerter Kallusbildung und Pseudarthrosenentstehung nach Unterarmfrakturen aus den Jahren 1953 bis 1968 berichtet.

Besonders auffällig ist die lange Dauer zwischen der außerhalb erfolgten Erstbehandlung und der Nachbehandlung im Unfallkrankenhaus Murnau, die in einem Extremfall sogar über 15 Jahre beträgt.

Aus der Arbeit geht hervor, daß es anzustreben ist, Unfallverletzte sofort in ein geeignetes Krankenhaus mit allen Möglichkeiten der operativen und konservativen Therapie zu bringen. Ist nach der Erstbehandlung bereits eine Pseudarthrose bzw. eine verzögerte Kallusbildung

entstanden, so sollte erst recht nicht lange abgewartet werden, sondern sogleich eine Behandlung dieser Fehlheilung erfolgen.

Dieser zwischenzeitliche Zeitraum ist möglichst kurz zu halten, da ja, abgesehen von den durch die nur mangelhafte Heilung eingetretenen Schädigungen benachbarter Gelenke betroffener Muskelanteile, auch die sozialen und volkswirtschaftlichen Nachteile bedacht werden müssen.

Die hier gefundenen Werte für die MdE sind als zu hoch anzusehen, bei einem anatomisch und funktionell gut verheilten Unterarmbruch ist als Norm wohl eine Dauerrente von 10 - 20 % anzusetzen.

Selbstverständlich ist auch bei Verletzungen mit Nervenschäden die Indikation vorhanden zur sofortigen operativen Exploration des Defektes bzw. zur intensiven Übungs- und physikalischen Behandlung der lädierten Stelle, damit eine Besserung nicht unnötig hinausgezögert oder eventuell sogar verhindert wird.

Wie oben bereits erwähnt, berücksichtigt die Arbeit die Ergebnisse aus den Jahren 1953 bis 1968. So wird klar,

daß die erst seit 1963 eingesetzten AO-Plattentechnik in einem zahlenmäßig noch nicht sehr hohen Anteil im Operationsgut erscheint.

Doch auch bei den relativ wenigen Patienten, die bereits nach diesem Verfahren behandelt wurden, wird deutlich, daß es sich hier um eine Methode handelt, die von großem Vorteil für die Frakturbehandlung, sowohl bei frischen als auch bei älteren Brüchen ist. Anderen operativen Methoden ist sie vor allem dadurch überlegen, daß relativ bald eine Übungstherapie eingeleitet werden kann, wodurch das im Hinblick auf Ruhigstellung besonders empfindliche Ellbogengelenk früher mobilisiert wird und dadurch anschließend in einem viel geringeren Ausmaß funktionell beeinträchtigt ist. Insgesamt liegt hier auch die Behandlungsdauer viel kürzer.

Auch bei Pseudarthrosen ist die AO-Platte also das Mittel der Wahl, möglicherweise in Verbindung mit einem autoplastischen Knochenspan zur Überbrückung eines eventuellen Defektes.

Aus dem vorliegenden Untersuchungsgut wird deutlich, daß eine optimale, operativ-technische Lösung, wie die AO-

Platte sie darstellt, zusammen mit einer baldmöglichst eingeleiteten Übungsbehandlung wohl das beste Ergebnis erzielt, natürlich im günstigsten Falle beim Frischverletzten, jedoch in geringerem Maße, aber noch mit deutlicher Überlegenheit gegenüber allen anderen Verfahren, auch bei Brüchen, die bereits in Fehlheilungen übergegangen sind.

Benutztes Schrifttum

- AXHAUSEN, W.: Zur Biologie der Knochentransplantation
Zbl. Chir. 92, 1152 (1967)
- BÖHLER, L. Die Technik der Knochenbruchbehandlung
12. u. 13. Aufl. Bd. I, Maudrich, Wien
1951
Ergänzungsband 1963
- Ders.: Die Verhütung der Pseudarthrosen
Hefte Unfallheilk. 94, 77 (1968)
- Ders.: Gedeckte Markdrahtung der Vorderarm-
schaftbrüche
actuelle chir. 1, 15 (1966)
- BÜRGER, K., u.
K. HENKERT: Die Methode der Zuggurtungsosteosynthese
bei der operativen Behandlung von
Olecranonfrakturen
Mschr. Unfallheilk. 70, 528 (1967)
- COTTA, H.: Ein Beitrag zur Behandlung der Kallus-
verzögerung und Pseudarthrosen
Berliner Med. 16, 813 (1965)
- CRONE-MÜNZEBROCK, A.: Tierexperimentelle Untersuchungen zur
Kallusbildung unter hormonalen Einflüssen
mit Berücksichtigung des Verhaltens
von Grundsubstanz und Phosphatase
Bruns' Beitr.klin.Chir. 195, 1 u.25(1957)

- DÜRR, W.: Pseudarthrosen nach Osteosynthesen
Hefte Unfallheilk. 94, 69 (1968)
- Ders.: Pseudarthrosenentstehung infolge unzu-
reichender Osteosynthesen
Chirurg 38, 192 (1968)
- DOLLNY, J., u.
W. GREISEN: Untersuchung des therapeutischen Effektes
der funktionellen Arbeitstherapie bei
Radiusfrakturen
Mschr. Unfallheilk. 69, 274 (1966)
- ECKE, H.: Neue Wege der quantitativen Bestimmung
der ossären Regeneration an Knochen-
transplantaten
Langenbecks Arch.klin.Chir. 319, 448
(1967)
- ESSER, L.: Ergebnisse bei der Spanplastik nach
PHEMISTER
Zbl. Chir. 92, 2225 (1967)
- EVERS, G.,
HACKENSELLNER, H.A.,
NÄTHER, J., u.
E. SEIDLER: Kritische Untersuchungen zur Wertigkeit
von Kieler Knochen und Ossar als Trans-
plantationsmaterial
Dtsch.Gesundhw. 22, 2425 (1967)
- FAUBEL, W.: Krankengymnastik
Chirurg 41, 337 (1970)

- FISCHER, S.: Die Marknagelung in der Knochenbruchbehandlung und Knochenchirurgie
Materia Med. Nordmark XIX, 493 (1967)
- Ders.: Distraktor und Innensäge wertvolle Hilfsmittel bei der Marknagelung der Pseudarthrosen
Hefte Unfallheilk. 94, 71 (1968)
- FRANKE, D.: Beitrag zur Pseudarthrosenbehandlung von Radius, Ulna und Clavicula
Mschr. Unfallheilk. 67, 473 (1964)
- FOURRIER, P.: Les paralysie cubitales dans les fractures du coude. Prévention et traitement
Germont méd. 16, 125 (1966)
- GENEWEIN, R.,
MOHR, K., u.
F.L. RUEFF: Ursachen und Therapie der Pseudarthrosen
MMW 110, 845 (1968)
- GÖPFERT, H.: Die infizierte Schaftpseudarthrose
Hefte Unfallheilk. 94, 31 (1968)
- HÄRTEL, O.: Behandlung der Unterarmschaftpseudarthrosen mit Fibulaspantransplantaten und Fixierung durch RUSH-Nagelung
Zbl. Chir. 89, 1335 (1964)
- HEINEMANN, G.: Probleme und Fortschritte der Pseudarthrosenbehandlung
Bruns' Beitr.klin.Chir. 215,75 (1967)

- HOFMANN, W.: Zur Brückenkallusbildung bei Unterarm-
schaftfrakturen
Zbl. Chir. 89, 1905 (1964)
- KOCH, H.,
NEURATH, F., u.
V. SCHLOBER: Experimentelle Untersuchungen zur Ent-
stehung von Pseudarthrose und Spontan-
fraktur im Cerclagenbereich
Hefte Unfallheilk. 94, 74 (1968)
- KURZ, W., u.
W. JUST: Der Wandel der Knochenbruchbehandlung
in den letzten 20 Jahren
Dtsch.Gesundhw. 22, 1569 (1967)
- KÜNTSCHER, G.: Die Sperr-Pseudarthrose
Zbl. Chir. 80, 337 (1955)
- Ders.: Die gedeckte (geschlossene) Osteosynthese
actuelle chir. 2, 365 (1967)
- Ders.: Wandlung in der Behandlung der Pseud-
arthrose
Langenbecks Arch.klin.Chir. 304, 518
(1963)
- Ders.: Die Marknagelung
Saenger, Berlin 1950
- Ders.: Das Kallus-Problem
Enke, Stuttgart 1970
- KÜNTSCHER, G., u.
R. MAATZ: Technik der Marknagelung
Thieme, Leipzig 1945

- LAUBE, J., u.
G. GAY: Betrachtungen zur Pseudarthrosenbildung
und -behandlung
Zbl. Chir. 91, 1594 (1966)
- LEITZ, G.: Möglichkeiten der operativen Korrektur
von Pseudarthrosen und Fehlstellungen
Arch. orthop. Unfall-Chir. 63, 196 (1968)
- LOB, A.: Die Wirbelsäulenverletzungen und ihre
Ausheilung 2. Aufl.
Thieme, Stuttgart 1954
- Ders.: Die Behandlung der Vorderarmschaftpseud-
arthrosen
Hefte Unfallheilk. 89, 88 (1966)
- LOB, A., u.
J. PROBST: Schultergürtel und obere Gliedmaßen,
In: Klinische Chirurgie für die Praxis
Bd. IV, hg. v. O. DIEBOLD, H. JUNGHANNS
u. L. ZUKSCHWERDT, Thieme, Stuttgart 1966
- MANZONI, A.: Beiträge zur operativen Behandlung der
Pseudarthrosen der langen Knochen
Arch. orthop. Unfall-Chir. 59, 46 (1966)
- MÜLLER, H.J.: Die Anwendung der Steinmann-Nägel und
der äußeren Stabilisatoren bei Grenz-
fällen in der Unfallchirurgie
Med. Welt 21 (N.F.): 1917 (1970)

- Ders.: Bemerkungen zur Nachbehandlung der Frakturen, Gelenksteifen und der unfallbedingten Durchblutungsstörungen
Therapiewoche 11, 13 (1961)
- Ders.: Die konservative Wiederherstellung der Verletzten mit krankengymnastischen, physikalischen und beschäftigungstherapeutischen Maßnahmen
Allg. Therapeutik 1963
- Ders.: Die konservative Wiederherstellung der Verletzten mit der Bewegungs- und Massagebehandlung
Heilkunst 77, 4 (1964)
- MÜLLER, M.E.,
ALLGÖWER, M., u.
H. WILLENEGGER: Technik der operativen Frakturbehandlung
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1963
- Dies.: Manual der Osteosynthese - AO-Technik
Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1969
- OELLER, G.: Die Behandlung der Fraktur des Radiusköpfchens
Mschr. Unfallheilk. 70, 465 (1967)
- OSTAPOWICZ, G.: Die Pseudarthrose und ihre Therapie
Bruns' Beitr.klin.Chir. 205, 1 (1962)
- PROBST, J.: Erfahrungen mit der Plattenosteosynthese in Verbindung mit der Spongiosaplastik bei Unterarmpseudarthrosen und -fehlstellungen
Hefte Unfallheilk. 87, 140 (1966)

- Ders.: Welche operativen Behandlungsverfahren sind heute bei Pseudarthrosen erfolgversprechend ?
Unfallmed. Tagg. Lindau 7./8.10.1967
- Ders.: Grundsätze der Pseudarthrosenbehandlung langer Röhrenknochen
Med. Welt 20, 796 (1969)
- PULS, P.: Morphologische Befunde beim Einbau von Schrauben in den Knochen nach operativer Frakturbehandlung
Langenbecks Arch.klin.Chir. 320, 34 (1968)
- REHN, J.: Umbauvorgänge am Knochen unter pathologischen Bedingungen
Langenbecks Arch.klin.Chir. 319, 415 (1967)
- Ders.: Die posttraumatische Pseudarthrose, ihre Entstehung und Therapie
Hefte Unfallheilk. 94, 5 (1968)
- Ders.: Probleme der Pseudarthrosenbehandlung
Hefte Unfallheilk. 81, 98 (1965)
- RITTER, U.: Subperiostale Späneinlagerung nach PHEMISTER oder intrakortikale Späneinlagerung zur Pseudarthrosebehandlung
Zbl. Chir. 80, 1105 (1955)
- SANDER, E., u.
G. STAUDE: Ursachen und Behandlung der Pseudarthrosen langer Röhrenknochen
Zbl. Chir. 93, 681 (1968)

- SEIFFERT, K.E.: Zur operativen Behandlung der Unterarmschaftbrüche
Bruns' Beitr.klin.Chir. 204, 211 (1962)
- SPIER, W.: Pseudarthrose und Nagelbruch bei Markraumschienung
Hefte Unfallheilk. 94, (1968)
- SCHENK, R.K.,
MÜLLER, J., u.
H. WILLENEGGER: Experimentell-histologischer Beitrag zur Entstehung und Behandlung von Pseudarthrosen
Hefte Unfallheilk. 94, 15 (1968)
- SCHLOBER, V.: Beitrag zur Pathogenese und Therapie der Pseudarthrosen langer Röhrenknochen
Hefte Unfallheilk. 94, 58 (1968)
- SCHLOBER, V., u.
K. KÖRNER: Die Pseudarthrosen langer Röhrenknochen im Lichte moderner Behandlungsverfahren
Fortschr. Med. 85, 239 (1967)
- SCHIMA, E., u.
H. SPÄGLER: Erfahrungen mit der Nagelung nach RUSH bei Gelenkbrüchen
Langenbecks Arch.klin.Chir. 313, 537 (1965)
- SCHINDLER, A.: Die Behandlung der fistelnden infizierten Defektpseudarthrose mit Plattenosteosynthese und Spongiosaplastik
Bruns' Beitr.klin.Chir. 216, 223 (1968)

- SCHOLZ, O.: Zur Anwendung von Knochenbankspänen in der praktischen Chirurgie
Zbl. Chir. 92, 1168 (1967)
- SCHWARZWELLER, F.: Über die Radiusfraktur bei der älteren Frau
MMW 107, 433 (1965)
- STÄHLI, W.: Zur Behandlung der Defektpseudarthrose
Praxis 56, 366 (1967)
- TSCHERNAWSKIJ, W.A.: Knochenplastik und Metall-Psteosynthese bei der Behandlung von Pseudarthrose
Beitr. Orthop. 12, 153 (1965)
- WELLER, S.: Behandlungsprinzipien von Pseudarthrosen
Chirurg 38, 445 (1967)
- WILLENEGGER, H.: Versorgung von offenen Frakturen
Chirurg 38, 341 (1967)
- WITT, A.N.: Die Behandlung der Pseudarthrosen, unter besonderer Berücksichtigung der autoplastischen Spantransplantation bei Defektpseudarthrosen
Springer, Berlin 1952
- Ders.: Die Defektpseudarthrose
Hefte Unfallheilk. 94, 24 (1967)
- WITT, A.N.,
WALCHER, K., u.
K.P. SCHULITZ: Pseudarthrosenbehandlung bei Kindern und Jugendlichen
Arch. orthop. Unfall-Chir. 63, 208 (1968)

WOLKOW, M.V., u.

A.V. KAPLAN:

Zum Problem der verzögerten Kallusbildung bei Schaftbrüchen der langen Röhrenknochen

Wien. klin.Wschr. 77, 35 (1965)

ZIMMER, W., u.

K. FLACH:

Hydrotherapie

Chirurg 41, 350 (1970)

Curriculum Vitae

Am 20. März 1937 wurde ich als Tochter des Universitätsdozenten Dr. András Szabados und seiner Ehefrau Elvira, geb. Hummer, zu Budapest (Ungarn) geboren.

Meine Schulzeit habe ich 1955 mit dem Zeugnis der Hochschulreife beendet. Anschließend begann ich an der Agraruniversität in Budapest mit dem Studium der Biologie.

Im Dezember 1956 habe ich mit der ganzen elterlichen Familie Ungarn verlassen. Wir haben uns zunächst in Innsbruck (Österreich) niedergelassen. Hier begann ich mit dem Studium der Medizin. Da meine Familie nach Deutschland übersiedelte, schloß ich den klinischen Teil meines Medizinstudiums in München im Sommer 1966 mit dem medizinischen Staatsexamen ab. Nach einer zweijährigen weiteren Ausbildung als Medizinalassistentin, die ich an den Städtischen Krankenanstalten in Goslar absolvierte, wurde ich im Sommer 1968 approbiert.

Von Dezember 1968 bis Juni 1969 war ich am Staatlichen Gesundheitsamt in Goslar tätig.

Seit Juli 1969 bin ich am Bernwards-Krankenhaus in Hildesheim in der Internen Abteilung als Assistenzärztin tätig.

